ROBERT G. MIDDLETON

101 USOS PARA O SEU MULTÍMETRO

101 Usos Para o Seu Multímetro

ROBERT G. MIDDLETON

ANTENNA EDIÇÕES TÉCNICAS LTDA.
Caixa Postal 1131 • 20000 • Rio de Janeiro • Brasil

Traduzido da edição original norte-americana

101 ways to use your VOM and VTVM

Tradutor: **Oswaldo de Albuquerque Lima**

Supervisor Redatorial: **Gilberto Affonso Penna**

Sob licença especial de **Howard W. Sams & Co., Inc.**

FICHA CATALOGRÁFICA

(Preparada pelo Centro de Catalogação-na-fonte
do Sindicato Nacional dos Editores de Livros, GB)

Middleton, Robert G.

M573c 101 usos para o seu multímetro tradução de Oswaldo de Albuquerque Lima Rio de Janeiro, Antenna, 1973.

145p., 2f. ilust. 22cm (Photofact)

1. Voltímetros. 2. Voltômetros. 3. Eletrônica — Aparelhos. I. Título. II. Série.

CDD — 621.3743
18. — 621.381043
73-0333 CDU — 621.317.72

Prefácio

O Volt-Ohm-Miliamperímetro (V.O.M.) e o Voltímetro Eletrônico (V.E.) são, fora de dúvida, os instrumentos de medida mais utilizados na bancada do técnico reparador ou experimentador. De aparência bastante simples quando comparados com outros equipamentos para provas em circuitos eletrônicos, sua capacidade de destacar as características de funcionamento desses circuitos só é excedida pela dos osciloscópios. E isto pode ser verificado aqui mesmo, nesta obra: os V.O.M. e V.E. podem ser utilizados em inúmeras provas diferentes das tradicionais medidas de tensões e resistências.

Se bem que alguns usos bastante conhecidos sejam incluídos nesta edição, o que ela se propõe efetivamente a mostrar são os usos do V.O.M. e do V.E. pouco conhecidos por parte de muitos técnicos de Eletrônica. E isto é feito de forma direta e objetiva, do mesmo modo que em todas as edições da série *"101 Usos para o seu Equipamento de Provas":* cada uso é sempre o caminho mais curto entre um problema de manutenção e sua solução.

Mas não apenas os usos dos V.O.M. e V.E. são aqui discutidos: também são dadas explicações sobre os vários métodos de proteção dos medidores contra eventuais sobrecargas. A calibração dos instrumentos é tratada em detalhes e os multiplicadores compensados em freqüência para os V.E. são analisados e ilustrados. Às provas de semicondutores e às medidas em decibéis também foi dado um tratamento apropriado.

Embora este livro se proponha, basicamente, a servir de manual para os técnicos reparadores, é inegável sua utilidade para estudantes e experimentadores. E até mesmo para os instrutores de Laboratórios de Eletrônica, que encontrarão aqui uma fonte de referência para o preparo de aulas práticas.

Esta obra é, pois, recomendada a todos os profissionais de Eletrônica, aos estudantes e aos experimentadores, como excelente fonte de ensinamentos das múltiplas possibilidades dos versáteis V.O.M. e V.E.

Robert G. Middleton

SUMÁRIO

PROVAS DE TENSÃO C.C. — continuação **Pág.**

PROVAS COM O OHMÍMETRO

PROVAS DE INVESTIGAÇÃO DE SINAL

PROVAS DE INVESTIGAÇÃO DE SINAL — continuação Pág.

PROVAS DE TENSÃO C.A.

PROVAS EM CORRENTE CONTÍNUA

APLICAÇÕES PARA CALIBRAÇÃO **Pág.**

INTRODUÇÃO

O V.O.M. e o V.E. são os instrumentos de prova básicos em qualquer oficina. Esses instrumentos têm um campo de utilização muito amplo. Muitas das suas importantes aplicações não são usualmente reconhecidas.

Os técnicos experimentados usam o V.O.M. e o V.E. para ajustar os controles de excitação do horizontal e da linearidade, para medir dissipação de placa e de grade aceleradora, para verificar a linearidade de amplificadores, para medir a resistência interna de um circuito, para verificar os níveis de ruído de receptores, para analisar regeneração e oscilação em amplificadores de F.I., para verificar a sensibilidade de um receptor, para medir milivolts C.C., para verificar a varredura em cinescópios, para medir valores de capacitância, para medir valores de resistência extremamente altos e extremamente baixos, para fazer provas por investigação do sinal, para verificar capacitores de catodo e de grade de blindagem abertos, para medir ganhos ou perdas de áudio em decibéis, para medir o consumo de potência, para medir impedância em C.A., para medir fatores de potência, para medir indutância e reatância indutiva, e para fazer muitas outras provas úteis que geralmente não são conhecidas.

Os principiantes interessar-se-ão em saber que um V.O.M. pode ser completamente verificado e que se podem fazer provas para indicação da precisão das faixas de resistência, tensão C.C., corrente C.C., e tensão de C.A. sem outros equipamentos além de uma bateria ou pilha e uns poucos resistores de precisão. Nós mostramos como verificar função em confronto com função sem usar fontes padrão de tensão ou de corrente.

A utilidade dos V.O.M. e V.E. é grandemente ampliada por meio de pontas de prova adequadas. Você encontrará

nestas páginas instruções explicitas concernentes aos detalhes de construção e uso de tais pontas de prova.

É verdade que algumas das aplicações mais comuns dos V.O.M. e V.E., tais como procedimentos para calibração, muitas vezes podem ser realizadas com vantagem por meio de equipamento especializado. Entretanto, nem todas as oficinas podem dispor de dispendiosos geradores de varredura e osciloscópios. Por isso, a parte final deste livro discute métodos de calibração utilizando geradores de sinal com um V.O.M. ou V.E.

Para pesquisa de defeitos em receptores de TV, um V.O.M. ou V.E. pode fazer grande parte do trabalho usualmente reservado ao osciloscópio. Tensões pico-a-pico podem ser medidas. Componentes horizontais de uma forma de onda podem ser verificadas independentemente das componentes verticais, e vice-versa. Sinais de alta freqüência podem ser investigados através do amplificador de F.I., de sincronismo e de sistemas de som. Entretanto, os técnicos que desejarem fazer verificações de formas de onda mais elaboradas devem consultar o livro "101 Usos para o Seu Osciloscópio".

Você observará que este não é nem um livro de teoria nem um livro de texto. Em lugar disso, ele é um manual prático para o técnico profissional. Cada aplicação está classificada e com referência cruzada para rápida localização. A informação prática necessária, mostrando como ligar os instrumentos e o equipamento para a aplicação específica, é dada para cada texto. Resultados de provas tipicos são incluídos para guiar o utilizador de modo a obter conclusões corretas.

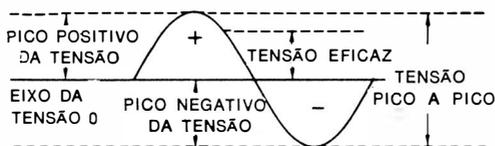
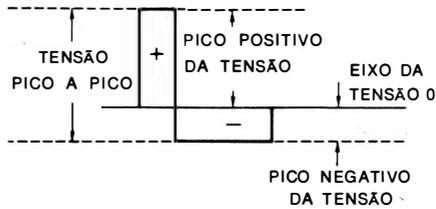



FIG. 1 — Uma onda senoidal.

V.O.M. e V.E. são usados para medir quer tensões C.C. quer C.A. Os principiantes notarão que todas as medidas de tensão C.A. estão baseadas nas caracteristicas de uma onda senoidal. A Fig. 1 mostra as relações de tensões eficazes (R.M.S.), de pico, e pico-a-pico numa onda senoidal. A maior parte dos V.O.M. indica a tensão eficaz de uma onda senoidal. Os V.E. podem indicar tensões eficazes, de pico, ou pico-a-pico. Note na Fig. 1 que o pico de tensão positivo e o pico de tensão negativo de uma onda senoidal são iguais. Por outro

FIG. 2 — **Uma onda em forma de pulso.**

lado, isto não é verdadeiro para as tensões de pico de outras formas de onda. Por exemplo, a Fig. 2 mostra as relações de tensão entre o pico positivo e o pico negativo em um pulso.

Observe que a tensão pico-a-pico de um pulso é igual à soma das tensões de pico positivo e negativo. Não é prático medir a tensão eficaz de um pulso ou outra forma de onda não senoidal com V.O.M. e V.E. do tipo para manutenção. Portanto, para medir tensões de pulsos em equipamentos eletrônicos, use um V.E. que tenha indicação pico-a-pico. Em geral, a tensão pico-a-pico de uma forma de onda não senoidal é mais importante do que a tensão de pico. Nos dados para manutenção de receptores são especificados os valores de tensão pico-a-pico.

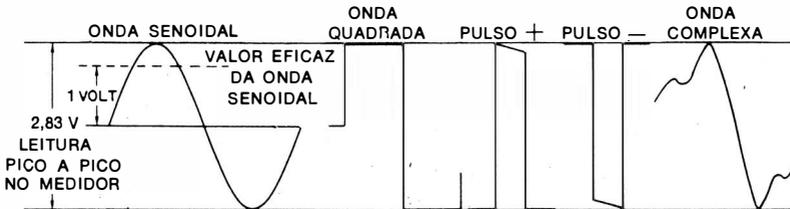



FIG. 3 — Formas de onda de tensão típicas.

A Fig. 3 apresenta cinco diferentes tipos de formas de onda que têm as mesmas tensões pico-a-pico. Uma tensão pico-a-pico é equivalente ao mesmo valor da tensão de C.C. Por exemplo, se nós ligarmos e desligarmos uma pilha de 1,5 volt, geramos uma onda quadrada ou um pulso com uma tensão de pico de 1,5 volt. Muitos tipos de formas de onda não senoidais são encontrados nos circuitos de receptores de TV. A Fig. 4 mostra algumas formas de onda típicas, com suas tensões pico-a-pico normais.

Em circuitos amplificadores a válvulas e transistores, trabalhamos freqüentemente com formas de onda de C.C. pulsada. Uma forma de onda de C.C. pulsada é uma mistura de componentes de corrente alternada e contínua, como mostrado na Fig. 5. Estritamente falando, C.C. pulsada é definida como uma mistura de C.A. e C.C., na qual a forma de onda

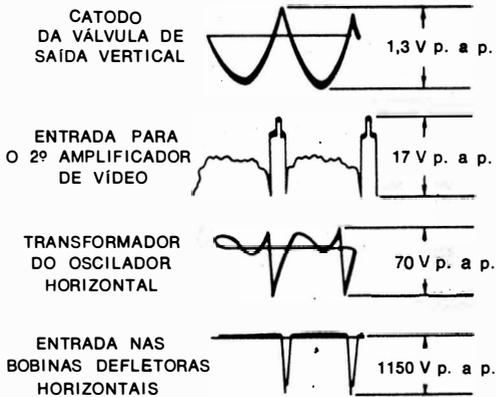



FIG. 4 — Formas de onda típicas em TV.

não cruza o nível de zero volt. Se a forma de onda cruza o nível de zero volt, ela é chamada C.A. com uma componente C.C. Suponha que na Fig. 5, E_1 tem um valor de 10 volts e E tenha um valor de 3 volts eficazes. Se um V.O.M. for ligado através do resistor e preparado para funcionar medindo tensão C.C., o medidor lerá 10 volts. Se, por outro lado, o

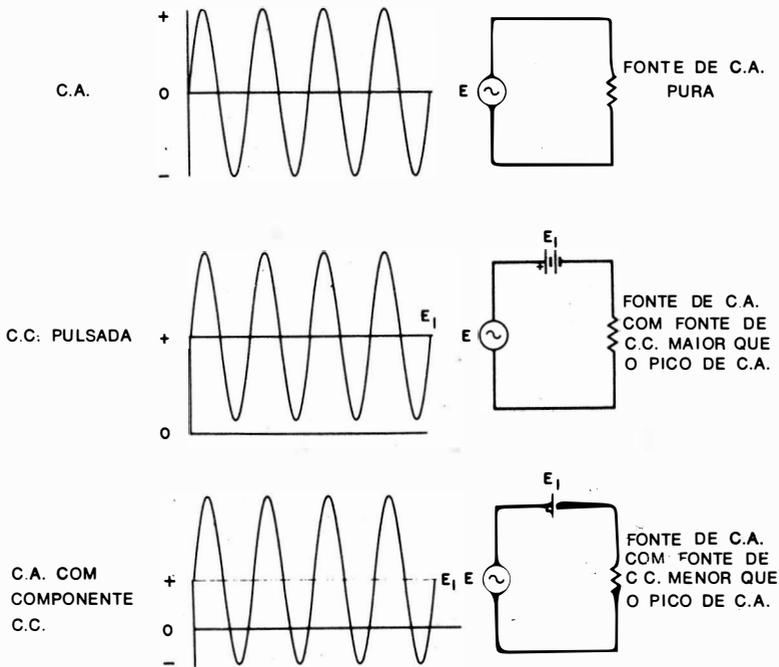



FIG. 5 — Três tipos básicos de corrente.

V.O.M. for operado na sua função "saída", o medidor lerá 3 volts. Os pormenores de tais provas serão posteriormente explanados em detalhe.

A lei de Ohm é freqüentemente usada ao se fazer medições com o V.O.M. e V.E. A lei de Ohm para C.C. estipula que:

$$I = \frac{E}{R},$$

onde

I é a corrente em ampéres,
E é a tensão em volts,
R é a resistência em ohms.

A lei de Ohm para C.A. estipula que:

$$I = \frac{E}{X},$$

onde

I é a corrente em ampères,
E é a tensão em volts,
X é a reatância em ohms.

No caso de um capacitor, sua reatância Xc é dada por:

$$X_c = \frac{1}{2\pi fc},$$

onde

Xc é a reatância capacitiva em ohms,
π é igual a 3,1416,
f é a freqüência em hertz,
C é a capacitância em farads.

A Fig. 6 é um gráfico conveniente que mostra a reatância em ohms de capacitâncias desde 0,2 até 10 microfarads a 60 hertz. Você também pode usar o gráfico para outros valores de capacitância. Por exemplo, se você multiplicar os valores do eixo horizontal por 10, os valores no eixo vertical devem ser divididos por 10 para achar o valor da reatância correspondente. Você pode também usar o gráfico para outras freqüências diferentes de 60 hertz. Por exemplo, se você multi-

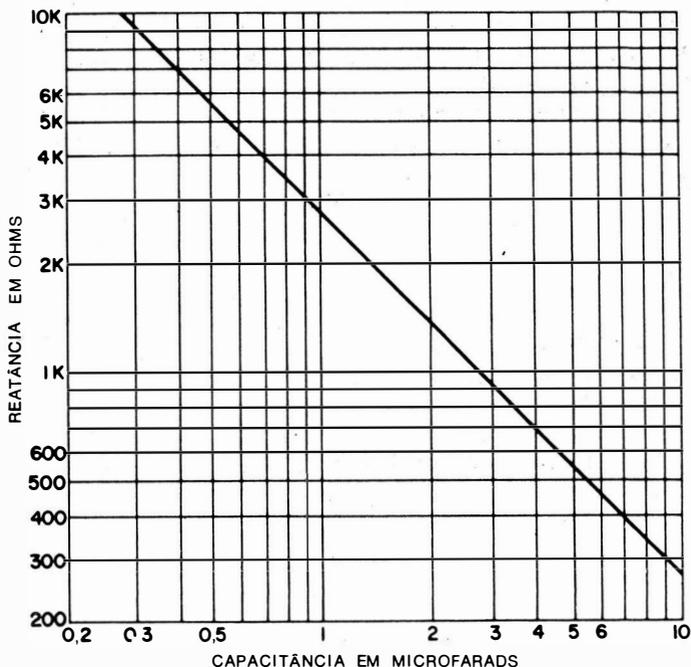



FIG. 6 — Reatância de capacitores a 60 Hz.

plicar 60 hertz por 10, você pode ou dividir os valores do eixo horizontal por 10, ou dividir os valores no eixo vertical por 10.

No caso de um indutor, sua reatância X_L é dada por:

$$X_L = 2\pi fL,$$

onde

X_L é a reatância indutiva em ohms,
π é igual a 3,1416,
f é a freqüência em hertz,
L é a indutância em henries.

A Fig. 7 é um gráfico conveniente para mostrar a reatância em ohms de indutâncias desde 0,2 até 10 henries na freqüência de 60 hertz. O gráfico pode ser usado para outros valores de indutância também. Por exemplo, se você multiplicar os valores ao longo do eixo horizontal por 10, os valores ao longo do eixo vertical ficarão também multiplicados por 10. Este gráfico pode também ser usado para outras freqüências, além da de 60 hertz. Por exemplo, se você multiplicar 60 por

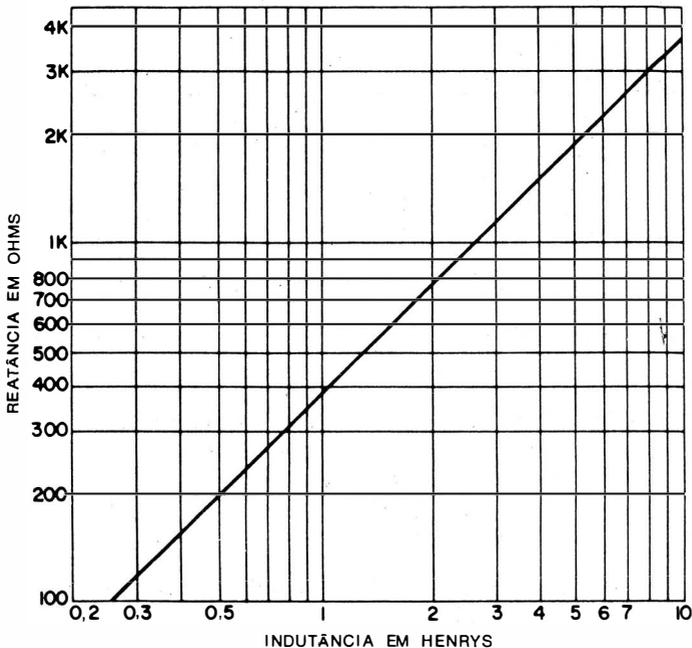



FIG. 7 — Reatância de indutores a 60 Hz.

10, você pode dividir os valores ao longo do eixo horizontal por 10, ou multiplicar os valores ao longo do eixo vertical por 10.

É importante lembrar que as tensões resistivas e reativas somam-se em ângulos retos, como mostrado na Fig. 8. Isto porque a tensão através de um capacitor está 90º fora de fase com a tensão através de um resistor. Em outras palavras, a soma *aritmética* de e_r e e_c é maior que e na Fig. 8, mas a soma *vetorial* de e_r e e_c é igual a e. Os detalhes para o cálculo das relações de tensão em circuitos capacitivos serão explicados posteriormente.

Como era de esperar, a resistência e a reatância somam-se em ângulos retos, como descrito na Fig. 9. Em outras palavras, 1 megohm de resistência soma-se a 1 megohm de reatância para produzir 1,414 megohms de *impedância*. A fórmula para a impedância é:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2},$$

onde

Z é a impedância em ohms,

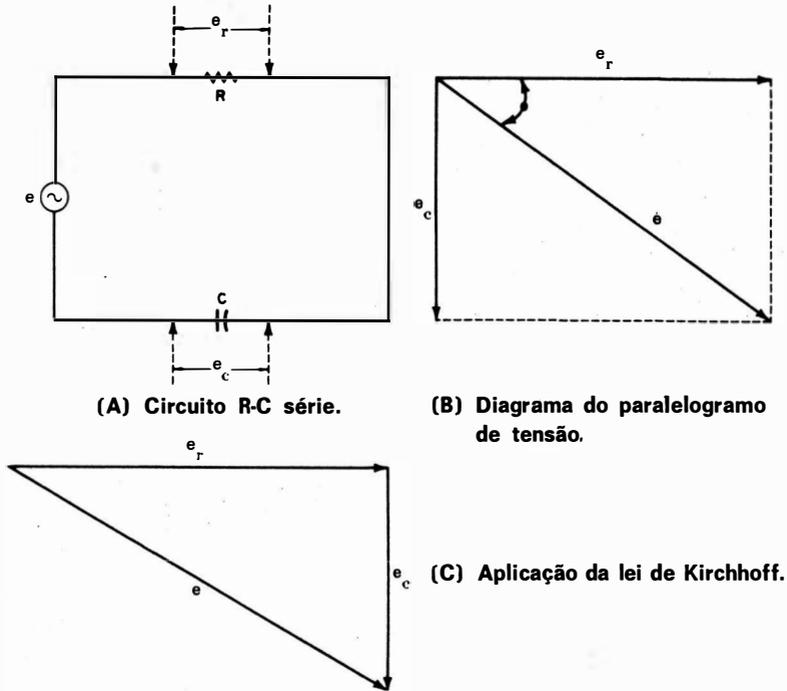



FIG. 8 — As tensões resistivas e reativas somam-se em ângulo reto.

R é a resistência em ohms,
X é a reatância em ohms.

A lei de Ohm aplica-se às impedâncias, da mesma forma que para as resistências e reatâncias:

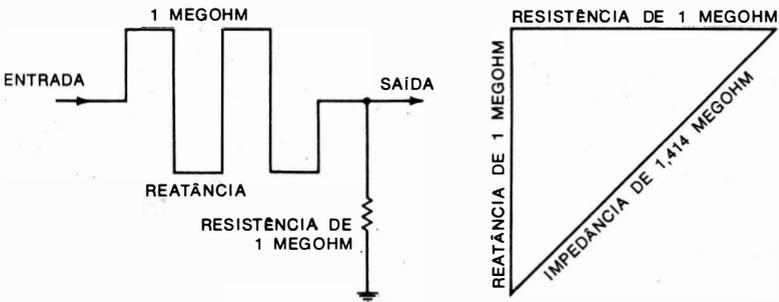



FIG. 9 — A resistência e a reatância somam-se em ângulo reto.

$$I = \frac{E}{Z},$$

onde

I é a corrente em ampères,
E é a tensão em volts,
Z é a impedância em ohms.

Note que não faz diferença se usamos valores eficazes, de pico, ou pico-a-pico nas fórmulas da lei de Ohm. O único requisito é ser coerente. Em outras palavras, se medirmos a tensão em volts eficazes, então teremos que obter nosso cálculo de corrente em ampères eficazes. Ou, se medirmos a tensão em volts pico-a-pico, então nossa resposta será em ampères pico-a-pico.

PROVAS DE EQUIPAMENTOS

U1

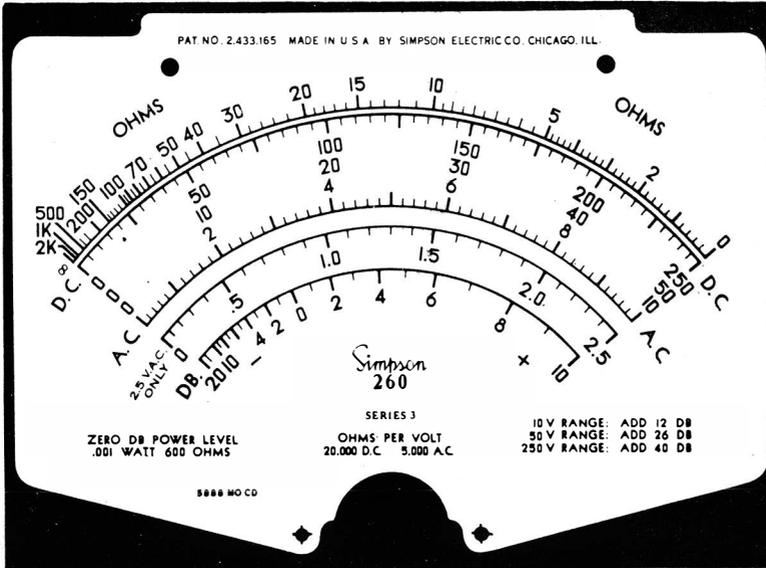
Como Verificar a Precisão das Indicações de um Ohmímetro (V.O.M. ou V.E.)

Equipamento: Resistores de precisão ($\pm$ 1% de precisão). Os valores devem ser escolhidos para proporcionar indicações aproximadamente no centro da escala para cada escala do ohmímetro.

Ligações Necessárias: Primeiramente curto-circuite os lides do ohmimetro, para ajustá-lo. Em seguida, ligue os lides através do resistor para a prova.

Procedimento: Ajuste o V.O.M. ou V.E. para indicação "zero". Se verificando um V.E., ajuste também para a indicação "∞".

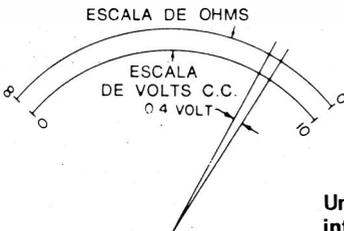
Avaliação dos Resultados: Verifique a indicação na escala do ohmímetro em confronto com o valor nominal do resistor. Repita a prova em cada escala de resistência.

A escala de ohmímetro de um V.O.M. ou V.E. não é linear. O extremo de alta resistência da escala é aglomerado. Isto pode ser visto na figura que mostra a escala do ohmimetro, juntamente com as outras escalas de um V.O.M. típico.

Mostrador de um V.O.M. típico.

NOTA 1

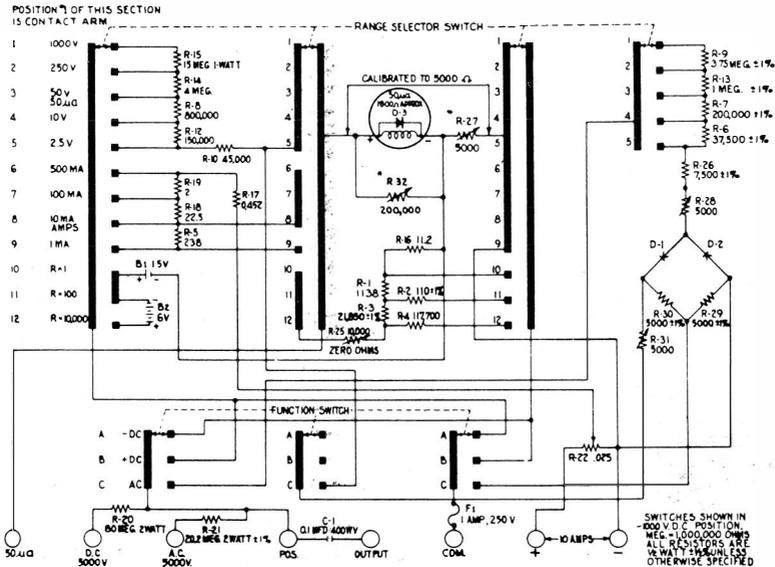
A Precisão de um Ohmímetro é Verificada em Termos da Precisão de uma Tensão C.C.

Uma escala de ohmímetro é aglomerada no extremo de alta resistência; por isso, o erro absoluto usualmente aumenta à medida que o ponteiro indica valores mais altos. A especificação da precisão de um ohmímetro é geralmente dada em **graus angulares.** Esta especificação refere-se basicamente à precisão do voltímetro C.C. Por exemplo, a tensão C.C. pode ser especificada como ± 2% da escala total. Numa escala de 10 volts, esta especificação indica uma precisão de ± 0,2 volt. Por outro lado, um certo número de graus angulares corresponde a este intervalo de 0,4 volt, como mostrado na ilustração seguinte. Este arco define a precisão da escala do ohmímetro.

Em geral, admite-se que o ohmímetro é tão preciso quanto o voltímetro C.C. Entretanto, uma bateria de ohmímetro fraca pode reduzir grandemente a precisão do ohmímetro. (Veja nota 4).

Uma precisão de ± 2% corresponde a um intervalo de 0,4 volt na escala de 10 volts.

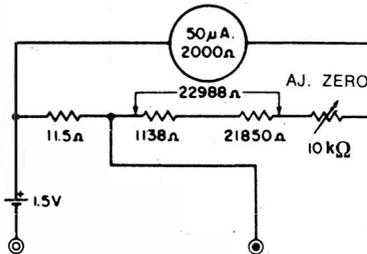
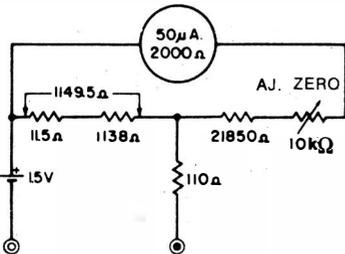
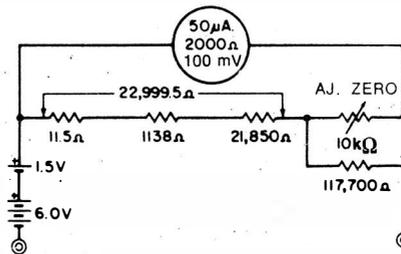
NOTA 2

O Circuito do Ohmímetro pode ser Protegido por Fusível

Há uma tendência para proteção dos V.O.M. contra danos por sobrecarga. Dispositivos de proteção podem ser acrescentados a velhos modelos. Observe o circuito do V.O.M. mostrado no esquema abaixo. Um fusível de 1 ampère (F1) é incluído para proteger o resistor R16 de 11,2 ohms contra queima, se os lides de prova do ohmímetro forem acidentalmente aplicados a um circuito "vivo". A resistência do fusível é pequena, mas uma vez que o fusível está ligado em série com os lides de prova no circuito do ohmímetro, sua resistência deve ser levada em consideração para manter a precisão do ohmímetro. Entretanto, R16 tem um valor de 11,2 ohms. Se o fusível for omitido, R16 deverá ter um valor de 11,5 ohms para obter ótima precisão do ohmímetro. Observe também o diodo varistor D3 ligado em paralelo com a bobina do movimento do medidor. Ele é um diodo de silício que tem uma resistência muito alta até que a tensão direta exceda uma determinada fração de volt. Em tensões mais altas, o diodo tem uma resistência muito baixa. Assim, o movimento do medidor está protegido contra queima em sua função de medidor de tensão. A proteção por diodo pode ser acrescentada a praticamente todos os tipos de V.O.M. para manutenção. Não é necessária recalibração quando um diodo adequado for usado. Um diodo varistor não proporciona uma proteção completa, entretanto, porque embora o movimento do medidor não seja danificado, ainda é possível superaquecer os resistores do multipli-

* R32 é ajustada para uma corrente no circuito de 50 microampères, e então R27 é ajustada para uma resistência no circuito de 5.000 ohms.

A seção do ohmímetro de um V.O.M. pode ser protegida por um fusível.

cador em sobrecargas muito pesadas. Note que se o ímã permanente no movimento de um medidor enfraquece, o medidor terá indicação subnormal. Os ajustes de manutenção R32 e R27 são incluídos para compensar esta perda de magnetismo. Uma vez que um resistor é ligado em derivação com a bobina móvel e o outro resistor é ligado em série com a bobina, a calibração pode ser mantida exatamente dentro da gama de resistências. Para compensar a perda de magnetismo, o resistor de derivação R32 terá seu valor aumentado. Em contrapartida, mais corrente percorrerá a bobina móvel. R27 terá então seu valor diminuído, de modo que a resistência total do circuito do medidor permaneça no seu valor correto. Circuitos simplificados para um ohmímetro de 3 escalas são mostrados adiante.

(A) Escala do ohmímetro.

(B) Na escala Rx1 inclui-se a resistência das pontas de prova (não mostradas).

(C) Um resistor de 110 Ω é intercalado na escala Rx100 para compensar a resistência das pontas de prova.

(D) Um resistor de 117.700 ohms é intercalado na escala Rx10000 para compensar a resistência das pontas de prova.

Circuitos simplificados para um ohmímetro de três escalas.

U2

Como Verificar a Distribuição do Erro numa Escala de Ohmímetro (V.O.M. ou V.E.)

Equipamento: Resistores de precisão (± 1% de precisão) para

proporcionar indicações no ohmímetro em 25%, 50% e 75% da escala total.

Ligações Necessárias: Primeiro curto-circuite os lides do ohmímetro para ajuste do mesmo. Em seguida ligue os lides do medidor através do resistor para prova.

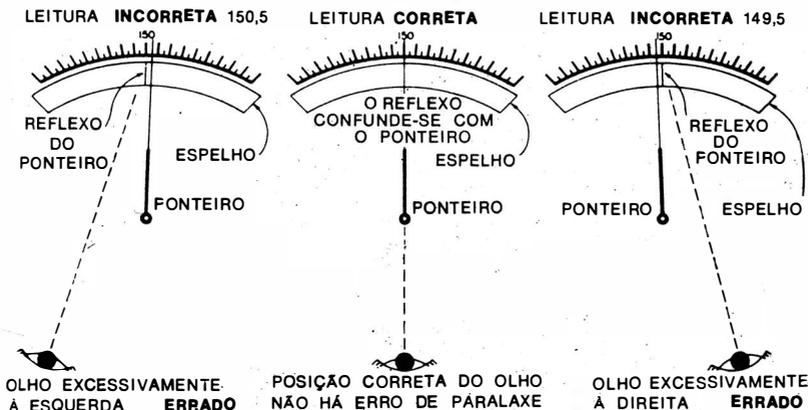
Procedimento: Ajuste o V.O.M. ou V.E. para indicação "zero". Se provando um V.E., ajuste também para indicação "∞".

Avaliação dos Resultados: O arco do erro em geral varia de uma parte da escala para a outra. Entretanto, o erro não deverá exceder a precisão especificada do instrumento em nenhum ponto da escala.

A distribuição do erro é inerente ao movimento do medidor por causa da não uniformidade da distribuição do fluxo. Assim, uma escala de volts C.C., por exemplo, pode não ser bastante linear. Os fabricantes de medidores usam mostradores diferentes com diferentes quantidades de não linearidade para obter *uma correção prática da distribuição do erro* na produção final. Por isso, você não pode usar o mostrador de escalas de um movimento em um outro movimento mesmo que o modelo e o tipo do equipamento sejam os mesmos.

NOTA 3

Reduzindo o Erro de Paralaxe

Alguns V.O.M. são providos de espelho no mostrador para proporcionar o máximo de precisão na leitura. Uma escala de espelho reduz o erro de paralaxe. Este é um erro de observação que ocorre quando o olho

Utilização do espelho anti-paralaxe.

do operador não está diretamente sobre o ponteiro do medidor. Uma visada oblíqua causa um deslocamento aparente do ponteiro para a direita ou para a esquerda, dependendo de que lado do ponteiro o olho do observador está localizado. Observe o diagrama abaixo. Para usar a escala de espelho, um só olho deve ser empregado; o olho deve então ser posicionado de modo a fazer com que o ponteiro e o seu reflexo no espelho coincidam. A seguir, a medida pode ser lida com o máximo de precisão.

NOTA 4

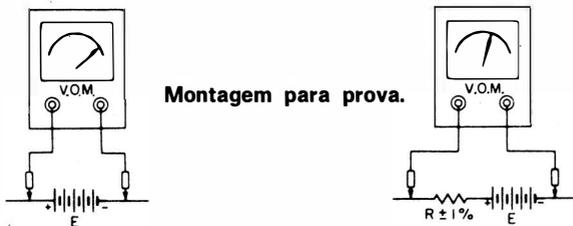
A Precisão do Ohmímetro Depende do Estado da Bateria

Não se pode obter boa precisão de um ohmímetro a menos que suas pilhas sejam novas. Por exemplo, quando uma pilha envelhece o suficiente para que não seja possível fazer o "ajuste de zero", uma resistência de 12,5 ohms pode fornecer uma indicação de 11 ¼ de ohms, uma de 100 ohms poderia dar 80 ohms, e uma de 105.000 ohms poderia dar 80.000 ohms.

U3

Como Verificar a Precisão da Indicação de Tensão C.C. contra a Precisão da Indicação de Corrente Contínua (V.O.M.)

Equipamento: Pilha seca ou bateria e resistores de precisão (± 1% de precisão).

Ligações Necessárias: Primeiro ligue os lides de prova aos terminais da pilha seca para medir a tensão conforme mostrado em A na ilustração seguinte. A seguir ligue a pilha e o resistor em série (como mostrado em B) e meça a corrente.

(A) Medição da tensão de uma pilha ou bateria.

(B) Medição da corrente com resistor e pilha em série.

Procedimento: Anote cuidadosamente os valores obtidos de tensão e de corrente.

Avaliação dos Resultados: Determine, pelo manual de instruções do instrumento, a resistência de entrada do V.O.M. em suas várias escalas de *corrente*. (Ou use o método explicado na nota 5.) Acrescente esta resistência de entrada ao valor do resistor de precisão usado na prova. A seguir aplique a lei de Ohm para determinar se as indicações de tensão e corrente são coerentes.

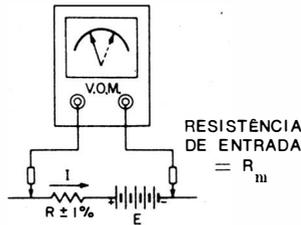
NOTA 5

Medindo a Resistência de Entrada de um V.O.M. em suas Várias Escalas de Corrente.

Algumas vezes a resistência de entrada de um V.O.M. em suas diversas escalas de corrente não é dada no manual de instruções do Instrumento. Em tal caso, a resistência de entrada pode ser medida usando uma pilha ou bateria e um par de resistores de precisão. Ligue um resistor conforme mostrado na ilustração seguinte e meça a corrente, depois ligue o segundo resistor e meça a corrente. Os valores dos resistores devem ser escolhidos para dar leituras na **mesma** escala de corrente. A primeira leitura deverá ser de cerca de 1/3 da escala total. A segunda leitura deve ser de 2/3 a 3/4 da escala total. A resistência de entrada de um V.O.M. na escala de corrente dada é então:

$$R_M = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2},$$

onde

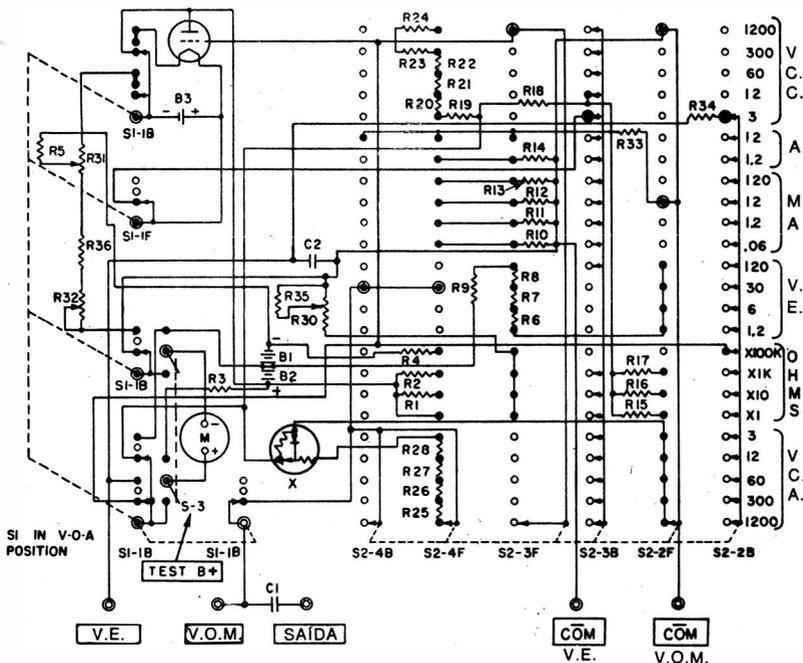
R_M é a resistência de entrada do V.O.M.
I_1 é a corrente medida com R_1 no circuito,
I_2 é a corrente medida com R_2 no circuito.

Montagem para prova.

NOTA 6

Funções Combinadas de V.O.M. e V.E.

Alguns fabricantes proporcionam tanto funções de V.O.M. como de V.E. num único instrumento. Um diagrama típico para um instrumento deste tipo é ilustrado na figura abaixo. Uma vantagem do instrumento combinado é a impedância de entrada muito alta, proporcionada pela função do V.E. nas escalas de baixas tensões. Por outro lado, quando medindo tensões em circuitos de baixa impedância, a função V.O.M. proporciona precisão algo maior. Por exemplo, a função V.E. proporciona uma resistência de entrada de 11 megohms, com uma precisão de ± 4% da escala total, usando uma pilha nova que forneça uma tensão de 22,5 volts. Ao mesmo tempo, a função V.O.M. proporciona uma sensibilidade

de 20.000 ohms-por-volt, com uma precisão de ± 3% da indicação da escala.

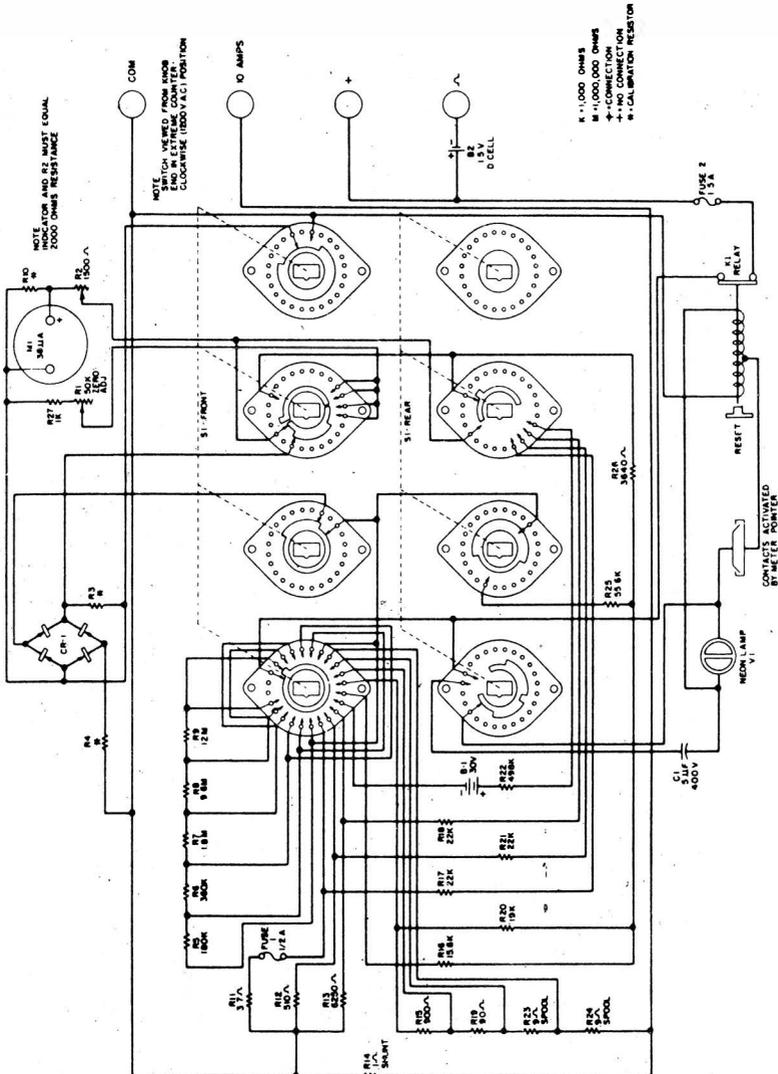
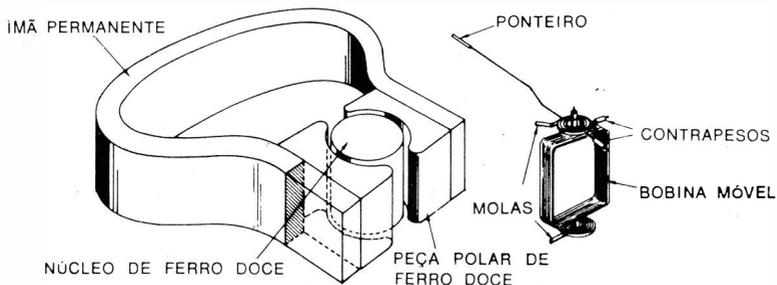
Um outro tipo de combinação V.O.M. e V.E. compreende um V.O.M. de 20.000 ohms-por-volt com adaptador de encaixe para operação como V.E. O V.O.M. proporciona uma precisão de ± 2% da escala total. Por outro lado, o adaptador de encaixe para V.E. proporciona uma resistência de entrada de 10 megohms com uma precisão de ± 3% da escala total, usando pilhas novas com tensões de 2,68 volts e 60 volts. Note que ambos os tipos de combinação V.O.M.-V.E. funcionam com pilhas a fim de proporcionar independência da rede de alimentação.

V.O.M. e V.E. combinados num único instrumento.

NOTA 7

Proteção contra Queima do Medidor por meio de Relé

Alguns V.O.M. são dotados de relés sensíveis para abrir o circuito do medidor sob condições de sobrecarga, e assim proteger a bobina móvel contra queima. O diagrama abaixo mostra um arranjo típico. Os contatos fecham quando o ponteiro do medidor sai fora da escala, e o relé abre o circuito de entrada do V.O.M. Depois que o relé for acionado, permanece aberto até que o botão de rearmar seja pressionado. Uma proteção adicional do circuito do V.O.M. é proporcionada por um fusível de 1,5 ampère. Note que uma bobina móvel sensível é enrolada com um fio que é mais fino do que um cabelo. Uma bobina típica tem 1.500 espiras de fio,

com uma resistência de aproximadamente 1 ohm por espira. Esta bobina é colocada num entreferro de cerca de 1 mm; assim, a construção pode ser comparada com as estritas tolerâncias de um mecanismo de relógio. Um campo magnético intenso, tipicamente com uma força de 2.500 gauss, está presente no entreferro. (Veja o diagrama abaixo.) Para fins de comparação, note que o campo magnético terrestre tem uma força de cerca de 0,5 gauss. Sendo assim, o movimento do medidor tem um campo mag-

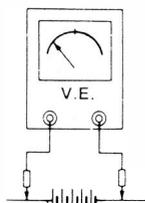
V.O.M. com proteção por meio de relé de sobrecarga.

nético cuja força é de cerca de 5.000 vezes a do campo magnético terrestre.

A bobina móvel pode ter até 2000 espiras de fio de 0,025 mm de diâmetro.

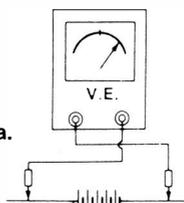
Como Verificar a Deflexão Positiva em Confronto com a Deflexão Negativa num V.E. de Zero Central

Equipamento: V.E. com indicação de zero central na escala e pilha seca ou bateria.

Ligações Necessárias: Primeiro ligue os lides do V.E. à fonte de tensão em uma das polaridades, como mostrado em A na ilustração seguinte. Depois ligue os lides na polaridade oposta, como mostrado em B.

Procedimento: Observe a tensão indicada obtida em cada prova.

Avaliação dos Resultados: A mesma indicação de tensão (dentro do erro especificado) deve ser observada nas duas provas.

Montagem para prova.

(A) Primeira prova

(B) Prova com os lides invertidos.

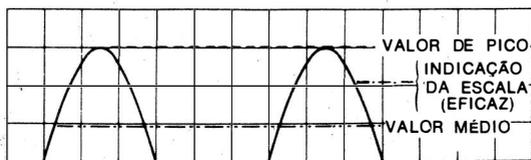
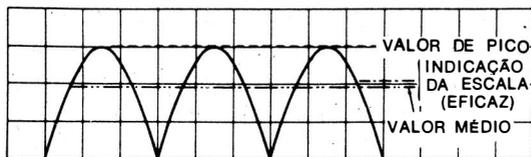
Como Verificar a Indicação de Tensão C.A. em Confronto com a Indicação de Tensão C.C. em um V.O.M

Equipamento: Pilha seca ou bateria.

Ligações Necessárias: Ligue os lides do instrumento aos terminais da bateria.

Procedimento: Mude o V.O.M. de indicação C.C. para indicação C.A. Observe as leituras de tensão. (Leia a escala de tensão C.C. quando o instrumento está ligado para a função C.C. Leia a escala de tensão C.A. quando o instrumento está ligado para a função C.A.)

Avaliação dos Resultados: Consulte o livro de instruções ou inspecione o instrumento para determinar se o retificador é de meia onda ou se é uma ponte de onda completa quando usado na função C.A. Se o retificador de meia onda for usado, a tensão da pilha quando medida na função C.A. deverá ser 2,22 vezes maior do que a leitura obtida na função tensão C.C. A leitura é mais alta porque o retificador de meia onda fornece uma saída que tem um valor médio igual a 0,318 do pico da onda senoidal de entrada. O movimento do medidor responde a este valor *médio*. As escalas C.A. do V.O.M. são calibradas em valores eficazes, ou 0,707 do pico. O valor médio da tensão C.C. produz, na escala de C.A., uma leitura que é 2,22 vezes mais alta. Por outro lado, se o retificador em ponte de onda completa ou semiponte de onda completa for usado no instrumento, a tensão da pilha medida será 1,11 vezes mais alta que a leitura na função C.C., uma vez que o retificador de onda completa fornece uma saída que tem um valor médio igual a 0,637 do pico da tensão senoidal de entrada. Portanto, a escala C.A. num instrumento tendo um retificador de onda completa é calibrada para um valor *eficaz* igual a 1,11 vezes o valor *médio* ao qual o medidor responde. (As relações acima aplicam-se somente para uma onda senoidal.)

Note que não fará diferença qual a polaridade da tensão da bateria que for aplicada na função C.A. quando o V.O.M. usa uma ponte de onda completa (veja uso 6). Por outro lado, se o V.O.M. usar um retificador de meia onda, você deverá polarizar as ligações da bateria adequadamente para obter uma leitura na função C.A. Uma polaridade errada neste caso resulta numa leitura nula ou pequena na função C.A.

Saída de um retificador de meia onda.

Saída de um retificador de onda completa.

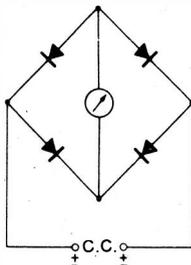
U6

Como Verificar um Retificador Defeituoso numa Ponte de Onda Completa (V.O.M.)

Equipamento: Pilha seca ou bateria.

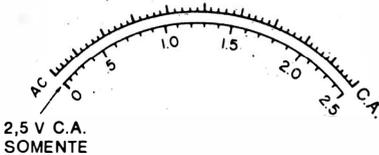
Ligações Necessárias: Ligue os lides do instrumento aos terminais da bateria.

Procedimento: Opere o V.O.M. na função tensão C.A. Anote a indicação na escala. Depois inverta os lides do instrumento para a bateria e anote a indicação da escala outra vez.

Avaliação dos Resultados: As duas indicações da escala devem ser mui proximamente iguais. Leituras de escalas desiguais indicam que o retificador em ponte de onda completa está defeituoso.

Circuito básico do retificador de onda completa em ponte.

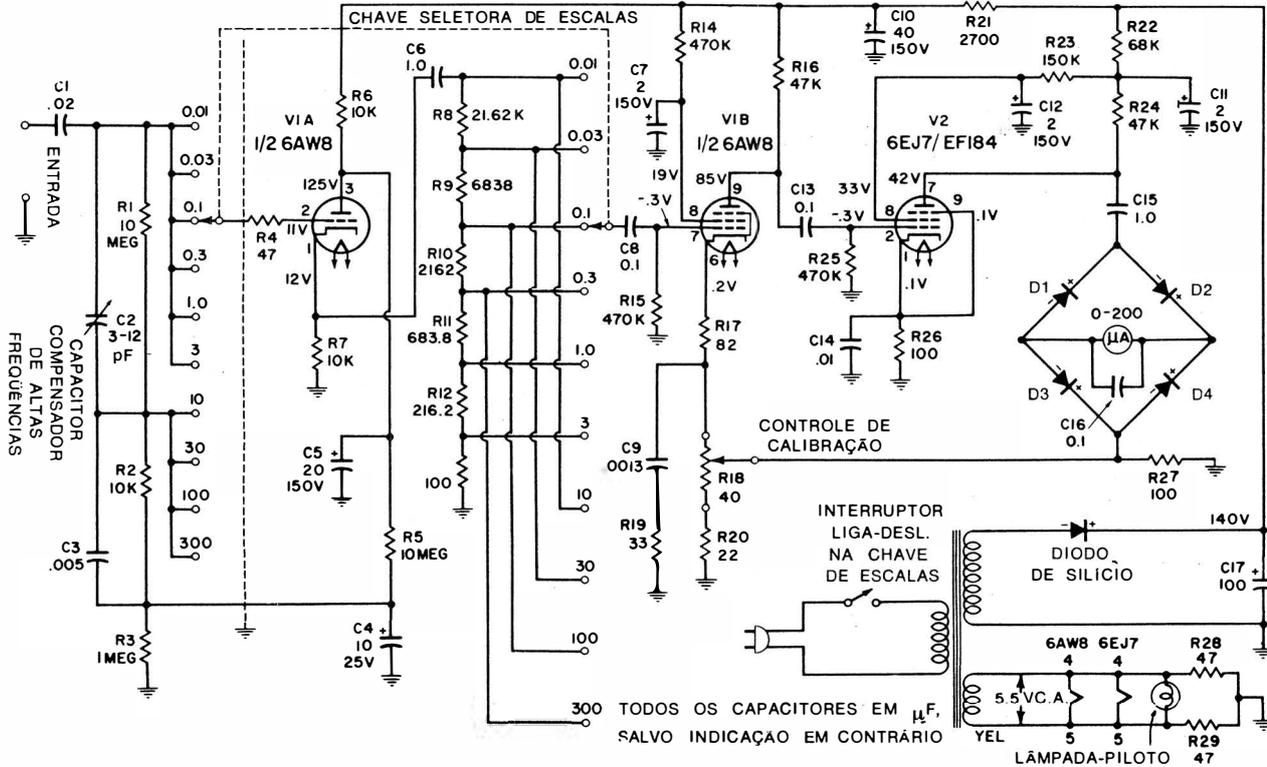
NOTA 8

As Tensões C.A. são Lidas em Escalas Especiais, não nas Escalas C.C.

Note que as escalas de tensão C.A. são aglomeradas no extremo inferior. As escalas com os menores valores de leitura total são mais aglomeradas porque os retificadores de instrumento não são lineares. Quando a resistência do multiplicador é pequena (nas escalas de baixa tensão), a não linearidade do retificador mostra-se mais acentuada; portanto, a escala de tensão mais baixa é mais aglomerada. Por outro lado, quando a resistência do multiplicador é grande (nas escalas de tensões altas), a não linearidade do retificador aparece em menor quantidade. Contudo, os V.O.M. geralmente medem todos os valores de tensão C.A. em escalas separadas das escalas C.C. Há uma apreciável aglomeração no extremo inferior da escala C.A., mesmo quando estão sendo medidas tensões altas.

Escalas de C.A., mostrando a aglomeração no extremo inferior.

NOTA 9

Multiplicador Compensado Quanto à Freqüência em V.E. para C.A.

Muitas vezes você encontrará multiplicadores compensados para freqüência em V.E. para C.A. Esta característica proporciona alta impedância de entrada com resposta de alta freqüência ampliada. Um exemplo é mostrado no esquema abaixo. O capacitor de compensação C2 opera em combinação com C3 para obter resposta de freqüência plana dentro de ± 1dB desde 10 Hz até 0,5 MHz, e dentro de ± 2 dB de 10 Hz até 1 MHz. O multiplicador compensado proporciona uma impedância de 10 megohms e 12 pF nas escalas de 10 a 300 volts, e uma impedância de 10 megohms e 22 pF nas escalas de 0,01 volt até 3 volts. O capacitor de compensação C2 é um ajuste de manutenção que normalmente não requer atenção. R18, o controle de calibração, é também um ajuste para manutenção. Um controle de calibração pode necessitar reajuste a longos intervalos, à medida que a transcondutância das válvulas diminui.

A compensação de freqüência proporciona resposta até 1 MHz.

NOTA 10

Os Retificadores de Instrumento Reduzem a Precisão das Indicações C.A.

A precisão de um V.O.M. é menor nas funções C.A. do que nas funções C.C. por causa das tolerâncias de envelhecimento do retificador do instrumento. Assim, um V.O.M. especificado para uma precisão de 3% da escala total nas escalas de tensão e corrente C.C. será habitualmente especificado para uma precisão de 5% da escala total nas escalas de C.A. Considere, por exemplo, uma escala de 100 volts: na função C.C., esta especificação significa que a precisão estará dentro de ± 3 volts em qualquer ponto da escala de 100 volts C.C. Por outro lado, a especificação C.A. significa que a precisão estará dentro de ± 5 volts em qualquer ponto da escala de 100 volts C.A.

NOTA 11

Causas Comuns de Imprecisão na Indicação da Escala

Uma indicação imprecisa num V.O.M. ou V.E. pode ser atribuída a várias causas.

1. Sobrecargas podem danificar os resistores do multiplicador e mudar seus valores de resistência. Nas escalas C.A., os contatos dos retificadores num V.O.M. podem ser danificados por sobrecarga.
2. Sobrecargas podem também danificar o movimento do medidor.
3. Choques e vibração excessiva podem enfraquecer o ímã permanente do movimento.
4. A colocação de uma bobina desmagnetizadora sobre ou próximo de um medidor pode enfraquecer o ímã permanente do movimento.
5. Eletricidade estática no vidro do medidor, comumente causada pela fricção com um pano, pode fazer com que o ponteiro seja defletido incorretamente ou ficar agarrado ao vidro.
6. Alguns V.O.M. usam fiação com circuito impresso. Sobrecargas devidas à aplicação acidental de tensões C.C. ou C.A. na função ohmímetro podem queimar seções do circuito impresso.
7. Uma tensão C.A. aplicada a um V.O.M. nas suas escalas C.C. não moverá o ponteiro. Entretanto, uma tensão C.A. excessiva pode queimar os resistores do multiplicador ou o movimento do medidor sem produzir qualquer deflexão.

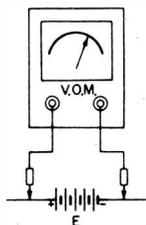
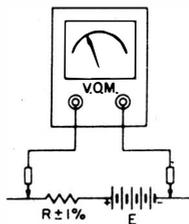
Como Verificar a Especificação de Ohms-por-Volt de um V.O.M. em Suas Várias Escalas de Tensão C.C.

Equipamento: Resistores de precisão com valores iguais à especificação de ohms-por-volt do V.O.M. vezes os valores de escala total das várias escalas de tensão C.C. Por exemplo, para verificar um V.O.M. especificado como de 20.000 ohms-por-volt com escalas C.C. de 2,5, 10, 50, 250, 1.000 e 5.000 volts são necessários resistores de precisão de 50.000 ohms, 200.000 ohms, 1 megohm, 5 megohms, 20 megohms e 100 megohms. Qualquer fonte de tensão C.C. disponível pode ser usada.

Ligações Necessárias: Primeiramente ligue os lides do V.O.M. diretamente à fonte de tensão e meça o valor dessa tensão. Depois ligue o resistor de precisão apropriado em série com o instrumento e a fonte de tensão.

Procedimento: Observe as medidas dos testes realizados. Repita para cada escala de tensão C.C.

Avaliação dos Resultados: A indicação da escala cai para a metade (dentro dos limites do erro especificado) se a especificação de ohms-por-volt do V.O.M. vezes o valor de escala total da escala for igual ao valor do resistor de precisão.

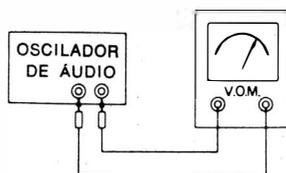
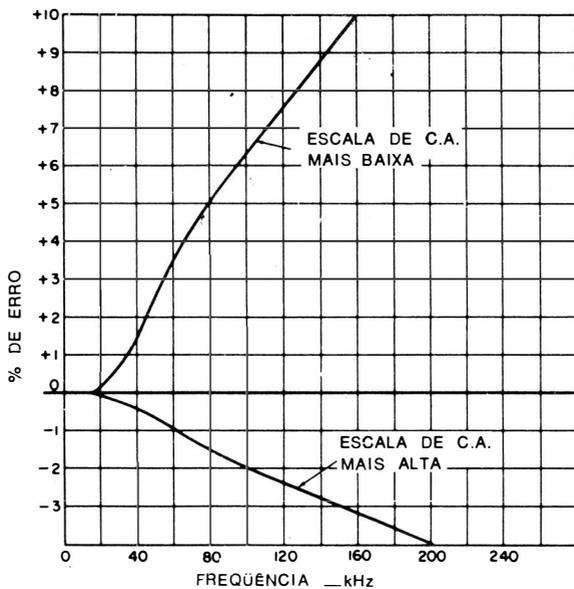
O mesmo método pode ser usado para verificar a especificação de ohms-por-volt de um V.O.M. em suas várias escalas de tensão C.A. Uma fonte de tensão C.A. é usada, e o V.O.M. é operado em sua função tensão C.A.

Montagem para medida de tensão.

Montagem para prova com resistor no circuito.

Como Verificar a Resposta de Freqüência de um V.O.M. em Suas Escalas de Tensão C.A

Equipamento: Oscilador de áudio.

Ligações Necessárias: Ligue os lides de prova do V.O.M. à saída do oscilador de áudio.

Procedimento: Varie a freqüência do oscilador. Mude o medidor para escalas adjacentes. Note as leituras de tensão em escalas adjacentes sem mudar a saída do oscilador.

Avaliação dos Resultados: Em alguma freqüência elevada, as leituras C.A. tornar-se-ão imprecisas. Isto ocorre quando não se obtém a mesma leitura em escalas adjacentes. A prova de mudança de escala é usada para eliminar a possibilidade de saída não uniforme do oscilador em diferentes freqüências. Um V.O.M. tem uma resposta de freqüência típica como mostrado a seguir. A subida ou descida na resposta em altas freqüências é causada por ressonâncias. Em algumas escalas, a capacitância parasita no medidor deriva parte da corrente. Em outras escalas, a capacitância parasita ressoa em altas freqüências com a indutância do movimento. Esta ressonância causa uma falsa elevação da indicação de tensão. Em baixas freqüências, o ponteiro vibra na escala. Esta vibração é devida a uma filtragem mecânica incompleta dos semiciclos retificados por inércia do movimento do medidor. Os V.O.M. variam grandemente quanto à resposta de freqüência. Aqueles que usam retificadores de meia onda de óxido de cobre só são planos na gama de áudio, ou mesmo menos, em alguns casos.

Montagem para prova.

Erros típicos de indicação da tensão C.A. num V.O.M. em altas freqüências com retificador de onda completa em ponte.

Como Verificar a Tensão de Zumbido nos Terminais de Ohmímetro de um V.E.

Equipamento: V.E. com escalas de tensão C.A. (Um segundo V.E. é usado para verificar a seção de ohmímetro do primeiro V.E.).

Ligações Necessárias: Ligue os lides do segundo V.E. aos terminais de ohmímetro do primeiro V.E.

Procedimento: Prepare o primeiro V.E. para sua função ohms. Prepare o segundo V.E. para sua função tensão C.A. e para a mais baixa escala de tensão C.A. Gire o seletor de escala do primeiro V.E. passando por todas as suas posições, desde Rx1 até Rx1 megohm. Observe a escala do segundo V.E. para a indicação de tensão C.A.

Avaliação dos Resultados: Nenhuma indicação de tensão C.A.

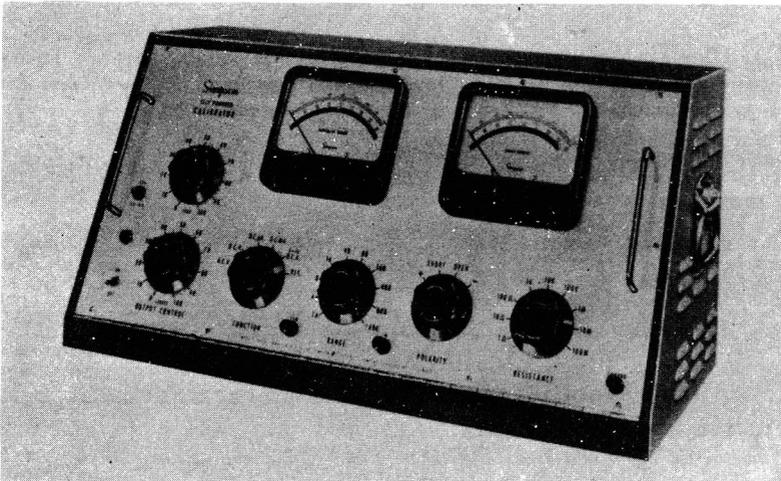
deve ser observada em qualquer escala de resistência do V.E. em prova. A tensão C.A. seria indesejável nos terminais do ohmímetro porque as medidas de resistência do diodo semicondutor estarão então erradas.

Note que um V.O.M. *não* é adequado para medir a tensão de zumbido C.A. nos terminais de ohmímetro de um V.E., porque a especificação de ohms-por-volt do V.O.M. é demasiadamente baixa na sua função C.A. para se obter uma prova prática.

NOTA 12

Padrões Usados para Calibrar V.O.M. e V.E.

Os padrões mais exatos de tensão e corrente são chamados padrões primários. O padrão primário de tensão é a célula Weston e o padrão primário de corrente é o medidor de sais de prata Coulomb. Entretanto, os padrões primários raramente são usados para calibrar V.O.M. e V.E. do tipo para manutenção. Em lugar disso, são utilizados padrões secundários na maioria dos laboratórios de reparação de medidores. Um padrão secundário típico de tensão, corrente e resistência é ilustrado abaixo.

A precisão especificada do padrão secundário para tensão e corrente C.C. é de ± 0,5% da escala total. A precisão especificada para tensão C.A. é ± 0,75% da escala total. A precisão especificada dos valores de resistência é ± 1%. Note que não existe o padrão primário de resistência, porque a resistência é definida como a relação $\frac{E}{I}$. O padrão

Calibrador típico para V.O.M. e V.E.

de resistência mais exato é conhecido como padrão internacional, e consiste em uma determinada coluna de mercúrio utilizada a 0°C. O calibrador ilustrado não emprega o padrão internacional de resistência, mas em lugar dele usa resistores de fio de precisão. Ligas especiais são utilizadas nesses resistores de fio para reduzir as mudanças de resistência com as variações de temperatura.

NOTA 13

Tolerâncias dos Resistores do Multiplicador Ligados em Série e em Paralelo

Os resistores em multiplicadores de V.O.M. e V.E. são usualmente especificados com tolerância de ± 1%. Assim sendo, um resistor com valor nominal de 1.000 ohms pode ter um valor absoluto entre 990 ohms e 1.010 ohms. Se dois resistores com uma tolerância de ± 1% cada um forem ligados em série, sua tolerância ainda é de ± 1%. Por exemplo, se dois resistores com um valor nominal de 1.000 ohms forem ligados em série, a combinação do arranjo em série é 2.000 ohms. Se cada resistor tem uma tolerância de ± 1%, a gama do valor absoluto de resistência vai de 1.980 ohms até 2.020 ohms, ou uma variação de ± 1% sobre o valor nominal de 2000 ohms. Suponha ainda os dois resistores de 1.000 ohms ligados em paralelo. A resistência nominal da combinação é 500 ohms. Se cada resistor tem uma tolerância de ± 1%, a tolerância da combinação pode ir de 495 ohms a 505 ohms em valor absoluto. Esta também é uma variação de ± 1% sobre o valor nominal da configuração em paralelo.

NOTA 14

As Tolerâncias do Multiplicador e do Movimento são Aditivas

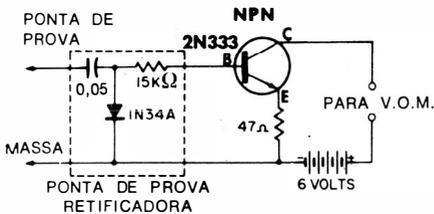
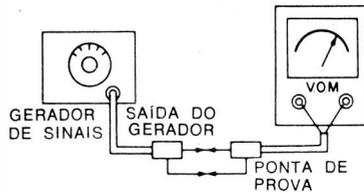
Quando um resistor do multiplicador é ligado em série com o movimento de um medidor, as tolerâncias do resistor e do movimento são aditivas. Por exemplo, um resistor de ± 1% ligado a um movimento de medidor de ± 2% dá uma tolerância total de ± 3%. Imagine um movimento de medidor que lê 2% menos que a escala total. Se o resistor do multiplicador estiver 1% acima de seu valor nominal, a escala ainda lerá 3% a menos. Naturalmente, se o resistor do multiplicador estiver 1% abaixo de seu valor nominal, o erro da escala então estará reduzido a 1%. Note que as mesmas considerações se aplicam para as derivações ("shunts"); a tolerância total é a soma da tolerância da derivação mais a tolerância do movimento.

Como Verificar um Gerador de Sinais Quanto à Uniformidade de Saída

Equipamento: Ponta de prova com retificador, transistor, resistor de 47 ohms, resistor de 3 kΩ e pilha de 6 volts.

Ligações Necessárias: Construa uma ponta de prova como mostrado na ilustração seguinte e ligue esta ponta ao cabo de saída do gerador de sinais. Ligue a saída do cabo da ponta de prova ao V.O.M., como mostrado.

Procedimento: Sintonize o gerador de sinais ao longo da gama de freqüências de interesse. Note a indicação na escala de corrente C.C. do V.O.M. (use a escala de 1 miliampère).

Avaliação dos Resultados: Alguns geradores de sinais têm saída uniforme numa larga faixa de freqüências. Outros mostram considerável variação dentro de uma pequena faixa de freqüências. Esta variação deve ser levada em conta quando se estiver provando amplificadores de faixa larga.

Construção de uma ponta de prova retificadora sensível, para verificação da saída de um gerador de sinais.

Montagem para prova.

PROVAS DE TENSÃO C.C.

Como Verificar a Fuga de um Capacitor Eletrolítico ou de Papel

Equipamento: Fonte de alimentação ou pilha.

Ligações Necessárias: Primeiro ligue a fonte de tensão através dos terminais do capacitor (observe a polaridade para capacitores eletrolíticos). Em seguida desligue a fonte de tensão e ligue os lides do instrumento de prova através do capacitor.

Procedimento: Aplique a tensão de trabalho, ou uma tensão próxima a essa, ao capacitor, para uma prova mais conclusiva. Para uma prova mais cuidadosa, aguarde cerca de dez segundos depois de desligar a fonte de tensão e antes de ligar o voltímetro ao capacitor. Note a tensão inicial da leitura do voltímetro quando os lides são ligados.

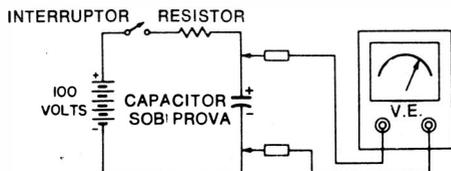
Avaliação dos Resultados: Um bom capacitor, após sustentar a carga por dez segundos, medirá inicialmente praticamente a mesma tensão que a fonte. Um capacitor de qualidade inferior dará uma leitura inicial baixa ou nula. Note que pequenos capacitores não podem ser provados satisfatoriamente: a leitura inicial não pode ser obtida porque a resistência de entrada do voltímetro rapidamente descarrega o capacitor.

Como Medir Valores de Capacitância com um Voltímetro C.C. (V.E.)

Equipamento: Pilha, resistor e um relógio com ponteiro de segundos.
Ligações Necessárias: Ligue a pilha, o resistor e o capacitor sob prova, como ilustrado.
Procedimento: Feche o circuito e anote o tempo decorrido para o capacitor carregar-se até 63,2% da tensão final.
Avaliação dos Resultados: Suponha que usamos uma pilha de 100 volts na prova. Ao fim de um número (x) de segundos, o capacitor carregou-se até 63,2% da tensão da fonte. Então dividimos o número de segundos (x) pelo valor do resistor para obter o valor do capacitor. Por exemplo, se com uma pilha de 100 volts e um resistor de 1 megohm 40 segundos são gastos para carregar um capacitor até 63,2%, o capacitor tem um valor de 40 microfarads. Ou então, se com uma pilha de 100 volts e um resistor de 100 kΩ 4 segundos são consumidos para carregar um capacitor a 63,2%, o capacitor tem um valor de 40 microfarads.

Esta prova só é precisa para capacitores tendo alta resistência de isolamento. Se o resistor tem um valor de 1 megohm, e o V.E. tem uma resistência de entrada de 10 megohms, a carga final no capacitor quando forem aplicados 100 volts será de 90,91 volts.

Montagem para prova.

U13

Como Medir Valores de Capacitância com um Voltímetro C.C. (V.O.M.)

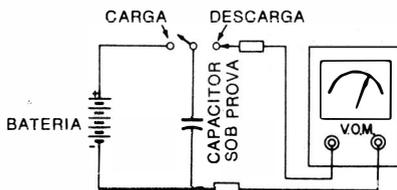
Equipamento: Pilha e um relógio com ponteiro de segundos.
Ligações Necessárias: Primeiro ligue a pilha ao capacitor, de-

pois ligue o capacitor ao V.O.M. como mostrado (ou use uma chave de 1 pólo, 2 posições).

Procedimento: Observe o tempo gasto para a leitura cair a 36,8% de seu valor inicial.

Avaliação dos Resultados: Se a leitura leva x segundos para cair a 36,8% da tensão da pilha, encontramos o valor da capacitância dividindo x por R_{ent}, a resistência de entrada do V.O.M. Por exemplo, suponha que temos uma pilha de 100 volts. Se selecionamos a escala de 100 volts, R_{ent} é 2 megohms. Se a leitura leva 80 segundos para cair a 36,8 volts, o capacitor tem um valor de 40 microfarads. Ou, se temos uma pilha de 10 volts e operamos o V.O.M. na escala de 10 volts, a resistência de entrada é 200.000 ohms. Se a leitura leva 8 segundos para cair a 3,68 volts, o valor da capacitância é 40 microfarads. Esta prova só é precisa para capacitores tendo alta resistência de isolamento.

Montagem para prova.

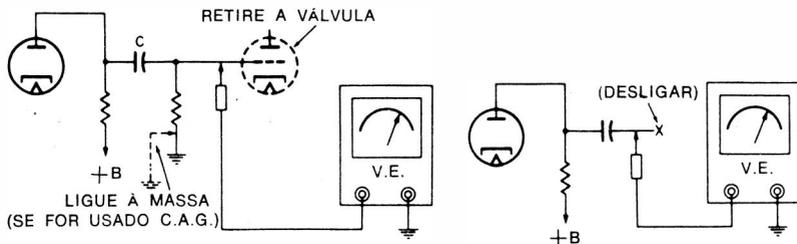
U14

Como Verificar a Fuga de um Capacitor de Acoplamento (V.E.).

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: (Receptor com transformador.) Retire a válvula excitada pelo capacitor de acoplamento para eliminar o potencial de contato de grade. Ligue a linha de C.A.G. à massa, se o resistor de grade não for à massa. Ligue os lides de prova do V.E. através do resistor de grade.

Procedimento: Selecione a escala mais baixa de tensão C.C. do V.E. Observe a escala para discernir qualquer deflexão do ponteiro.

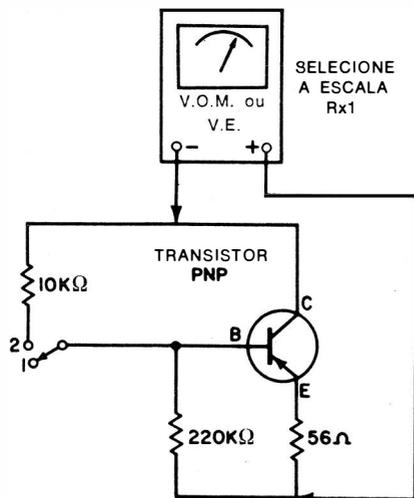
Avaliação dos Resultados: Qualquer leitura de tensão C.C. indica que o capacitor de acoplamento tem fuga e deve ser

substituído. Esta é uma prova moderadamente sensível porque a tensão +B está aplicada ao capacitor. Para fazer uma prova de alta sensibilidade, desligue o capacitor do circuito seguinte e meça do extremo aberto do capacitor para massa.

Montagem para prova em circuito. **Montagem para prova mais sensível.**

U15

Como Fazer a Prova de um Transistor com Ohmímetro

Equipamento: V.O.M. ou V.E., resistores de 10 kΩ, 220 kΩ, e 56 ohms, chave, transistor para ser provado.

Ligações Necessárias: Ligue o equipamento como mostrado no esquema abaixo.

Prova de um transistor com o ohmímetro.

Procedimento: Observe as deflexões do ponteiro obtidas na posição 1 e na posição 2 da chave. O V.O.M. ou V.E. é operado na escala Rx1.

Avaliação dos Resultados: A pilha do ohmímetro é usada para alimentar o circuito de prova, e aplica um potencial de fonte de 1,5 volt. Com a chave na posição 1, o fluxo de corrente é normalmente muito pequeno, sendo apenas a corrente de fuga do transistor. Entretanto, com a chave na posição 2, a quantidade de corrente de base é determinada pelo resistor de 10 kΩ. Normalmente o fluxo de corrente é muito maior do que antes, e o ponteiro desloca-se escala acima no V.O.M. ou V.E. Um transistor de audiofreqüência proporciona normalmente pelo menos 8 vezes mais deflexão na posição 2 da chave. Se ambas as leituras forem altas, é mais do que provável que o transistor esteja em curto. Se ambas as leituras forem baixas, o transistor está defeituoso e provavelmente tem uma resistência demasiadamente alta na direção de condução.

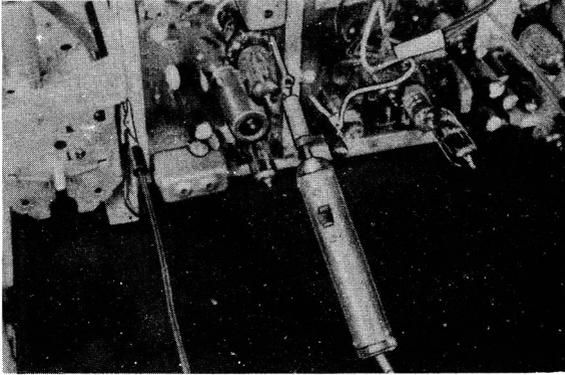
NOTA 15

Polaridade do Ohmímetro na Prova de Transistores

O "Uso 15" foi ilustrado com um transistor p-n-p. Se você desejar provar um transistor n-p-n, os lides de prova do ohmímetro devem ser invertidos. A maior parte dos ohmímetros tem a polaridade da tensão de prova marcada no painel do instrumento, ou possuem lides de prova vermelho para o positivo e preto para o negativo. Ocasionalmente um ohmímetro pode não seguir a convenção vermelho e preto, e as marcas de polaridade estarem ausentes. Assim sendo, o principiante deve consultar o manual de instruções em tal caso.

NOTA 16

Pode ser Usada uma Ponta de Prova com Inversão de Polaridade em vez de Inverter os Lides

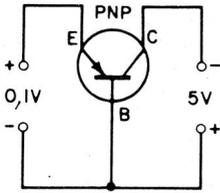
Ao fazer provas de tensão C.C. em circuitos de receptores de TV com um V.O.M., muitas vezes é preciso inverter os lides de prova para medir valores positivos e negativos. Muitos V.O.M. não têm chave de reversão de polaridade. Para controle remoto da indicação de polaridade, você pode usar uma ponta de prova com inversão de polaridade, como mostrada na ilustração seguinte. Este é um arranjo simples do tipo de chave próprio para fazer confortavelmente a reversão dos lides de prova de um V.O.M.

Ponta de prova com reversão de polaridade para um V.O.M.

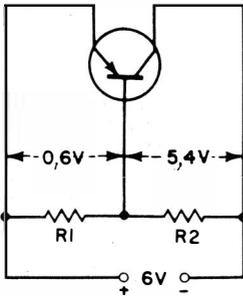
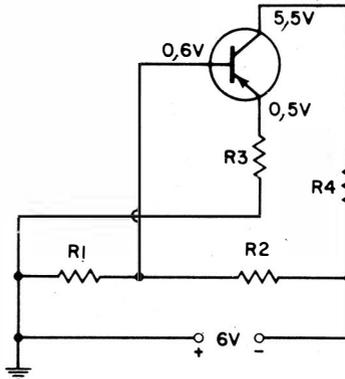
Prova de um Transistor no Circuito por meio de Medidas de Tensões C.C

Equipamento: V.O.M., transistor, e o circuito associado a ser provado.

Ligações Necessárias: Veja procedimento.

Procedimento: Meça a tensão base-emissor, e meça a tensão base-coletor para uma configuração de base comum tal como a apresentada no esquema abaixo.

Avaliação dos Resultados: Na configuração fundamental p-n-p de base comum, a tensão de coletor é normalmente negativa, e a tensão de emissor é normalmente positiva. A base do transistor deve ser negativa em relação ao emissor, e a base deve ser positiva em relação ao coletor. Entretanto, na configuração fundamental n-p-n de base comum estas polaridades são invertidas. A tensão de polarização normal base-emissor depende do material do transistor; os tipos de germânio p-n-p ou n-p-n levam polarizações de 0,1 a 0,4 volt; os tipos de silício p-n-p ou n-p-n levam polarizações de 0,4 a 0,8 volt. Se as tensões medidas forem significativamente incorretas, isto indica que o transistor está defeituoso. Note que as tensões de polarização acima também se aplicam aos transistores ligados na configuração de emissor comum.

**Tensão medida
em relação à massa**

(A) Circuito básico para um transistor p-n-p.

(B) Polarização com uma bateria e um divisor de tensão.

(C) O polo positivo da bateria é ligado à massa

Configuração de base comum.

NOTA 17

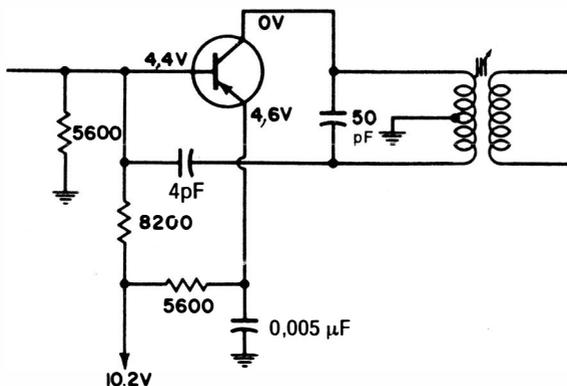
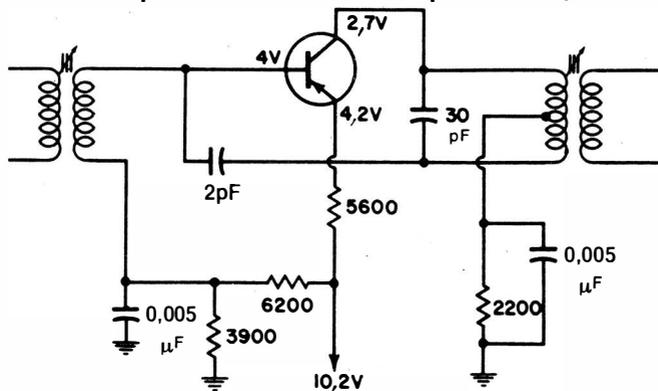
Discussão a Respeito das Tensões em um Transistor

Observe que o terminal negativo da pilha pode ser ligado à massa em vez de ao terminal positivo. Em tal caso, a distribuição de tensão C.C. em relação à massa é mudada, embora a tensão de polarização base-emissor tenha o mesmo valor. Para evitar confusão, é aconselhável medir as tensões de um eletrodo para outro eletrodo no transistor, em vez de medir tensões em relação à massa. Este método também permite leituras mais exatas, porque ele não requer subtração de dois valores para calcular a polarização emissor-base.

Observe as duas configurações de emissor comum ilustradas no esquema abaixo. Quando o transistor se torna defeituoso, você freqüentemente achará consideráveis alterações nas tensões dos eletrodos. Se a junção base-coletor é perfurada como em (A), a tensão de emissor cai de 4,6 volts para quase zero (tensão medida em relação à massa). Esta

alteração resulta do fato de que praticamente não há resistência para a corrente fluir do emissor para o coletor. A tensão de base cai ligeiramente neste caso, devido ao acréscimo na corrente de base. Em contrapartida, o transistor tem uma grande polarização inversa entre os eletrodos de base e de emissor. Contudo, esta polarização inversa não cortou o transistor, como será explicado, e há uma grande corrente do emissor para o coletor.

A distribuição anormal de tensão C.C. mostra que a junção emissor-base também está perfurada. Este dano acompanha a perfuração da junção base-coletor. Quando a junção base-coletor perfura, o aumento da corrente faz com que a tensão de base caia. Conseqüentemente, uma grande tensão de polarização direta é aplicada entre o emissor e a base. A excessiva corrente de emissor sobreaquece a junção base-emissor, causando a perfuração. Assim, a tensão de emissor cai praticamente a zero. Observe que uma tensão de emissor zero em (A) poderia também ser causada por um curto no capacitor de 0,005 µF. Mas neste caso, a distri-

(A) Zer

(A) Uma tensão de emissor nula pode ser causada por um curto-circuito no capacitor de 4 pF.

(B) Um transistor com fuga pode afetar a distribuição das tensões C.C.

Circuitos típicos de F.I. com emissor comum.

buição C.C. é diferente — o transistor é meramente cortado, e a tensão de base sobe para cerca de 5,8 volts.

Ainda mais, uma tensão de emissor zero em (A) pode ser causada por um curto no capacitor de 4 pF. Em tal caso, uma grande polarização direta é aplicada entre a base e o emissor, causando corrente excessiva e destruindo ambas as junções do transistor. A tensão de base será zero.

Em seguida, consideremos o efeito de um transistor com fuga na distribuição de tensão C.C. em (B). Fuga significa que a junção coletor-base tem uma relação pequena entre as resistências direta e inversa. Em conseqüência, o transistor drena corrente excessiva e a tensão de coletor aumenta devido à maior queda de tensão sobre o resistor de 2.200 ohms. Uma vez que a junção coletor-base tem uma resistência abaixo da normal, a tensão da base decresce; assim, uma resistência de junção abaixo da normal permite que uma corrente substancial flua da base para o coletor. Em conseqüência, a corrente de emissor é reduzida, e a tensão de emissor diminui. Observe em (B) que a polarização direta normal entre emissor e base é 0,2 volt. Quando o transistor tem fuga numa situação de defeito típica, a polarização direta é reduzida a 0,1 volt. Entretanto, a tensão de coletor aumenta por causa do fluxo de corrente substancial da base para o coletor permitido pela fuga da junção base-coletor.

U17

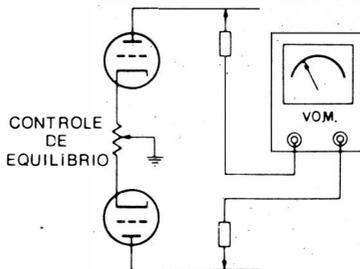
Como Verificar o Equilíbrio de um Amplificador Simétrico (V.O.M.)

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Ligue as pontas de prova do V.O.M. às placas das válvulas simétricas.

Procedimento: Ajuste o(s) controle (s) de equilíbrio do amplificador. Observe as leituras de tensão C.C.

Avaliação dos Resultados: O amplificador está adequadamente equilibrado quando a leitura do V.O.M. é zero (use uma escala de tensão C.C. mais baixa à medida que o equilíbrio for sendo alcançado). Esta prova não pode ser satisfatoriamente feita com um V.E. porque ambos os lados do circuito são "quentes": um V.E. requer que um lado do circuito esteja à massa ou próximo do potencial de massa.

Montagem para prova.

Como Medir a Resistência Interna de um Circuito (Método Potenciométrico)

Equipamento: Potenciômetro.

Ligações Necessárias: Ligue o potenciômetro em série com uma das pontas de prova do V.O.M. Aplique este arranjo ao circuito em prova, conforme mostrado a seguir.

Procedimento: Com o potenciômetro ajustado para resistência zero, leia o valor da tensão na escala C.C. do V.O.M. Em seguida aumente a resistência do potenciômetro até que a leitura da tensão fique reduzida à metade. Desligue o potenciômetro e meça sua resistência.

Avaliação dos Resultados: A resistência interna do circuito é igual à resistência do potenciômetro menos a resistência de entrada do V.O.M. Por exemplo, se você estiver trabalhando na escala de 30 volts de um V.O.M. com 20.000 ohms por volt, sua resistência de entrada será 600.000 ohms. Se você medir uma dada tensão na placa de uma válvula amplificadora e achar que uma resistência de 800.000 ohms no potenciômetro é necessária para reduzir a leitura à metade, a resistência interna do circuito de placa será 200.000 ohms.

Montagem para prova.

U19

Como Medir a Resistência Interna de um Circuito (Método da Mudança de Escala)

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Ligue as pontas de prova do V.O.M. ao circuito em prova.

Procedimento: Faça leituras de tensão C.C. em duas escalas.

Avaliação dos Resultados: Calcule a resistência interna por:

$$R_i = \frac{R_1 R_2 (E_2 - E_1)}{E_1 R_2 - E_2 R_1},$$

onde

R_i é a resistência interna do circuito,
R_1 é a resistência de entrada do V.O.M. na primeira escala usada,
E_1 é a leitura na primeira escala,
R_2 é a resistência de entrada do V.O.M. na segunda escala,
E_2 é a leitura na segunda escala.

Como Verificar o Funcionamento de um Oscilador

Equipamento: Nenhum, se usar um V.E.; resistor de isolamento, se usar um V.O.M.

Ligações Necessárias: Aplique os lides do medidor à grade da válvula osciladora e à massa do chassi. Em seguida aplique os lides da placa da válvula ao chassi.

Procedimento: Meça a tensão C.C. na grade e observe a mudança à medida que o circuito oscilador é sintonizado. Faça o mesmo nas placas.

Avaliação dos Resultados: A tensão C.C. na grade de um oscilador é uma polarização desenvolvida pelo sinal que indica a tensão de pico do sinal C.A. na grade. Uma tensão zero (ou proximamente zero) indica que o oscilador está inoperante. Os valores de tensão de grade corretos são geralmente especificados na literatura sobre manutenção de receptores. A tensão C.C. na placa de um oscilador aumenta quando a válvula está oscilando (por causa da polarização negativa de grade desenvolvida). A literatura sobre manutenção de receptores geralmente indica as tensões de operação normais na placa.

NOTA 18

Deslocamento do Ponteiro do V.E. Causado pelo Potencial de Contato Interno

Um potencial de contato está presente nas válvulas de um V.E. Este potencial de contato faz com que o ajuste de zero do ponteiro se altere

ao passar de uma escala de tensão C.C. para a próxima. Geralmente, o maior deslocamento é encontrado quando o V.E. é passado para suas escalas de tensão C.C. mais baixas. O ponteiro deve ser ajustado para zero com as pontas de prova em curto-circuito. De outra forma, haverá um erro na medida devido ao potencial de contato quando as pontas de prova forem ligadas ao circuito sob prova. Para um ajuste de zero absolutamente exato, o ponteiro deve ser ajustado a zero, e as pontas de prova devem ser ligadas através de um resistor tendo o mesmo valor da resistência interna do circuito a ser provado. Entretanto, este cuidado só assume importância prática quando se tem que medir pequenas tensões em circuitos de resistência muito alta.

U21

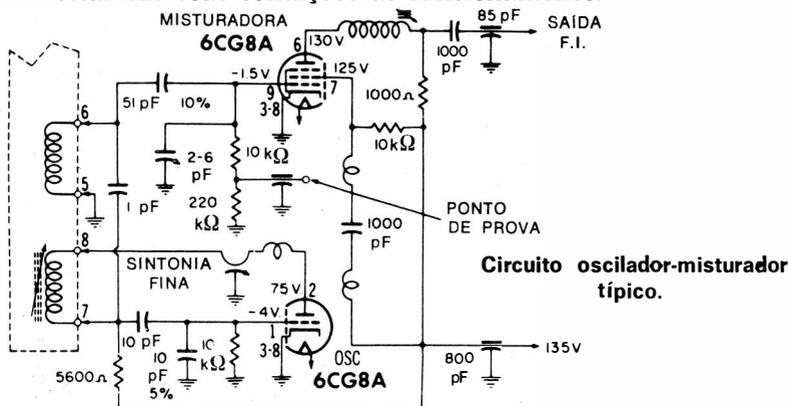
Como Medir a Injeção da Tensão do Oscilador na Grade da Válvula Misturadora

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Aplique os lides do voltímetro entre o "ponto de prova" do sintonizador de R.F. e a massa do chassi.

Procedimento: Sintonize o receptor para um canal vago. Curto-circuite seus terminais de entrada de antena. Comute o sintonizador de R.F. para os vários canais. Observe a indicação de tensão C.C. no medidor.

Avaliação dos Resultados: O funcionamento adequado do sintonizador depende da correta injeção de tensão do oscilador. O medidor indica a injeção de tensão indiretamente como uma polarização desenvolvida pelo sinal. Compare a leitura da escala com os dados de manutenção ou com outro sintonizador de R.F. do mesmo tipo que se saiba estar em boas condições de funcionamento.

Circuito oscilador-misturador típico.

Como Verificar a Presença de Oscilação de F.I. num Receptor de Rádio ou Televisão

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Aplique os lides do V.O.M. ou V.E. sobre o resistor de carga do detector de vídeo.

Procedimento: Sintonize o sinal de uma estação e observe a indicação de tensão C.C.

Avaliação dos Resultados: Uma alta leitura de tensão C.C., tal como 5, 10, ou 15 volts, indica oscilação de F.I. Na maior parte dos casos, a aplicação de maior polarização de C.A.G. eliminará a oscilação. A calibração incorreta das bobinas de F.I. é uma causa comum de oscilação de F.I.

Como Verificar a Sensibilidade de F.I. num Receptor de TV

Equipamento: Gerador de sinais de F.I. calibrado; ou gerador não calibrado e um bom medidor de intensidade de campo para verificar a saída do gerador. (Use um balum, conforme explicado no volume "101 Usos para o seu Gerador de Varredura".)

Ligações Necessárias: Curto-circuite para massa as bobinas secundárias de R.F. do sintonizador de R.F. Ligue um voltímetro C.C. aos terminais do resistor de carga do detector de vídeo. Aplique a saída do gerador, através de um capacitor de 470 pF, à grade da válvula misturadora.

Procedimento: Determine quantos microvolts de sinal devem ser aplicados pelo gerador para obter uma subida de 1 volt acima do nível de ruído na saída do detector de imagem.

Avaliação dos Resultados: Num receptor típico, são precisos 300 microvolts ou menos. Consulte as notas de manutenção do receptor ou faça testes comparativos num receptor do mesmo tipo que se saiba estar em boas condições de funcionamento.

Como Verificar a Tensão de Saída C.C. num Detector de Vídeo

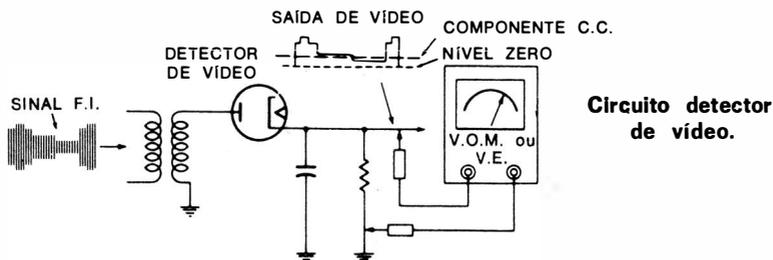
Equipamento: Nenhum. (Gerador de barras optativo.)

Ligações Necessárias: Aplique os lides do V.O.M. ou V.E. aos terminais do resistor de carga do detector de vídeo.

Procedimento: Sintonize o sinal de uma estação e observe a indicação de tensão C.C.

Avaliação dos Resultados: A indicação de tensão C.C. flutua, a menos que o gerador de barras seja usado. O medidor indica a componente C.C. ou a tensão de ruído no sinal de vídeo. Valores médios são freqüentemente especificados nas notas de manutenção dos receptores. Uma indicação de tensão C.C. zero (ou próxima de zero) é sinal de defeito em um amplificador de R.F., amplificador de F.I. ou detector de vídeo.

Circuito detector de vídeo.

U25

Como Verificar o Nível de Ruído no Sistema de R.F. e F.I. de um Receptor de TV

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Ligue os lides do V.O.M. ou V.E. aos terminais do resistor de carga do detector de vídeo.

Procedimento: Curto-circuite os terminais de entrada de antena do receptor. Sintonize para um canal vago. Observe a indicação de tensão C.C.

Avaliação dos Resultados: Consulte a literatura de manutenção do receptor sobre a leitura de tensão permissível na prova, ou compare com o valor encontrado num receptor semelhante que se saiba estar em boas condições de funcionamento. Leituras mais altas que as permissíveis indicam válvulas ou resistores ruidosos nos circuitos de sinal. Isto prejudica a recepção de sinais fracos.

Como Ajustar o Controle de Equilíbrio de um C.A.F. para Cores

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Ligue o V.E. entre o cursor do controle de equilíbrio e massa.

Procedimento: Sintonize uma transmissão em cores ou alimente o receptor com um gerador de barras para cores. Opere o V.E. em sua mais baixa escala de tensão C.C. Ajuste o potenciômetro de controle de equilíbrio.

Avaliação dos Resultados: O potenciômetro está corretamente ajustado quando o V.E. indica um lento deslocamento positivo e negativo próximo do ponto de zero volt.

Como Medir a Tensão de C.A.G. com um V.O.M.

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Ligue o V.O.M. entre a linha de C.A.G. e massa (ou —B).

Procedimento: Opere o V.O.M. na função tensão C.C. Gire o seletor de escalas em torno das posições nas quais uma leitura utilizável possa ser obtida. Faça funcionar o receptor conforme especificado nos dados de manutenção para obter um teste sob condições padronizadas.

Avaliação dos Resultados: De um modo geral, são obtidas diferentes indicações de tensão em cada escala porque o V.O.M. carrega o circuito de C.A.G. A resistência de entrada do V.O.M. aumenta à medida que uma escala mais alta vai sendo usada. A medida mais exata será obtida

Indicações típicas da tensão de C.A.G. com V.O.M. de 20000 ohms por volt.

(A tensão de C.A.G. verdadeira é —7,8 volts)

Escala (Volts)	*Indicação (Volts)*	*Erro Efetivo (%)*
2,5	−1,7	78
10	−4,1	47
50	−6,6	15

na mais alta escala utilizável. (Veja a tabela anterior.) Note que o que precedeu também nos dá um teste rápido para o carregamento do circuito. Se valores de tensão *diferentes* são medidos em escalas *adjacentes* de um V.O.M., sabemos que está havendo carga do circuito.

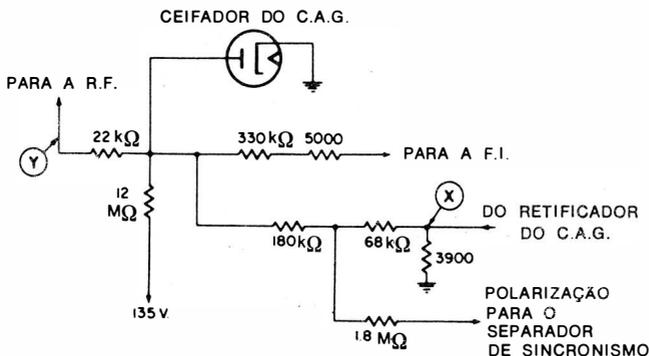
NOTA 19

A Escala de Microampères de um V.O.M. é um Milivoltímetro

Um V.O.M. pode medir baixas tensões (abaixo de 250 milivolts em circuitos de baixa impedância) se uma escala de corrente de microampères for usada como escala de tensão C.C. Por exemplo, um V.O.M. típico tem uma escala de 50 microampères com uma queda de 250 milivolts para deflexão total. Em conseqüência, a escala "50" pode ser lida em termos de microampères, ou a escala "250" pode ser lida em termos de milivolts. Você notará que, embora esta escala de 250 milivolts seja uma escala de 1.000 ohms por volt, a resistência de entrada do V.O.M. será somente 5.000 ohms (0,250x20.000 = 5.000). De onde se conclui que as medidas de tensão C.C. feitas nesta escala estarão erradas a menos que o circuito tenha uma baixa resistência interna.

NOTA 20

A Carga Imposta pelo Instrumento Causa um Erro Diferente nos Vários Pontos do Circuito de C.A.G.

A medida da tensão de C.A.G. depende do ponto de prova no circuito de C.A.G. e da escala usada no V.O.M. Por exemplo, no diagrama seguinte mediremos um valor de tensão mais alto em X do que em Y. A resistência interna do circuito é muito mais baixa em X, e o V.O.M. tem correspondentemente menos efeito de carga neste ponto.

Circuito de C.A.G. típico.

NOTA 21

A Grade Flutuante da Válvula em Operação ainda Desenvolve Potencial

Quando a linha do C.A.G. é desligada de uma válvula em funcionamento, a grade ainda fica submetida a um potencial negativo em relação

ao catodo, por duas razões principais: em primeiro lugar, existe o potencial de contato entre o catodo e a massa; além disso, alguns dos eléctrons emitidos do catodo com alta velocidade chocam-se com a grade e alteram sua estrutura molecular, afetando o equilíbrio eletrônico e tornando a grade negativa em relação ao catodo. Ao ser conectado um voltímetro à grade, forma-se um caminho para o deslocamento dessas cargas para a massa, o que provoca uma queda de tensão sobre a impedância de entrada do voltímetro, dando uma indicação de tensão no mostrador do instrumento.

U28

Como Medir com Precisão a Tensão de C.A.G. com um V.O.M. (Método da Fonte de Polarização)

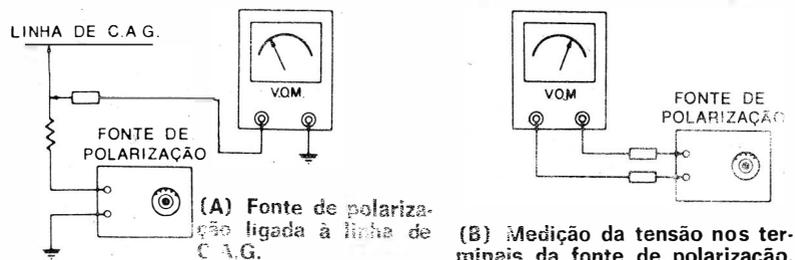
Equipamento: Fonte de polarização C.C. e resistor fixo (o valor do resistor não é crítico, mas deve ter aproximadamente a mesma resistência que a resistência interna do circuito de C.A.G.).

Ligações Necessárias: Ligue o V.O.M. à fonte de polarização, e o resistor como mostrado em A no esquema seguinte.

Procedimento: Selecione a escala de tensão C.C. mais baixa do V.O.M. Ajuste a fonte de polarização para uma indicação zero na escala do V.O.M. (Você pode ligar e desligar a conexão do V.O.M. ao circuito para certificar-se de que obteve um zero verdadeiro; o ponteiro não se move no zero verdadeiro.) Em seguida, sem alterar o ajuste da fonte de polarização, ligue os lides do V.O.M. através dos terminais da fonte de polarização, como mostrado em B na ilustração seguinte.

Avaliação dos Resultados: **A leitura obtida com o V.O.M. ligado aos terminais da fonte de polarização é a verdadeira tensão de C.A.G. presente no ponto de prova do circuito de C.A.G. (Mude o V.O.M. para uma escala de tensão adequada.)**

(A) Fonte de polarização ligada à linha de C.A.G.

(B) Medição da tensão nos terminais da fonte de polarização.

Montagem para prova.

Como Medir com Precisão a Tensão de C.A.G. com um V.O.M. (Método Potenciométrico)

Equipamento: Potenciômetro.

Ligações Necessárias: Ligue o potenciômetro em série com os lides de prova do V.O.M., como mostrado a seguir. Aplique este arranjo entre a linha de C.A.G. e massa.

Procedimento: Observe a leitura na escala de volts C.C. do V.O.M., com o potenciômetro ajustado para resistência zero. Em seguida aumente a resistência do potenciômetro para reduzir a leitura à metade e meça a resistência do potenciômetro.

Avaliação dos Resultados: A tensão de C.A.G. pode ser calculada pelas leituras obtidas nos testes precedentes usando a fórmula:

$$E = \frac{E_M R_1}{R_M},$$

onde

E é a verdadeira tensão de C.A.G.,
E_M é a leitura inicial em volts,
R_M é a resistência de entrada do V.O.M.,
R_1 é a resistência do potenciômetro necessária para reduzir a leitura da tensão à metade.

Por exemplo, suponha que lemos 2 volts na escala de 10 volts em um V.O.M. de 20.000 ohms por volt, e que foi necessária uma resistência do potenciômetro de 500.000 ohms para reduzir a leitura do voltímetro a 1 volt. A verdadeira tensão de C.A.G. pode então ser calculada como se segue:

$$E = \frac{E_M R_1}{R_M}$$

$$= \frac{2x500.000}{200.000}$$

$$= \frac{1.000.000}{200.000}$$

$$= 5 \text{ volts.}$$

Montagem para prova.

U30

Como Medir com Precisão a Tensão de C.A.G. com um V.O.M. (Método da Mudança de Escala)

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Ligue as pontas de prova do V.O.M. à linha de C.A.G.

Procedimento: Observe as leituras do medidor em duas escalas de tensão C.C.

Avaliação dos Resultados: Calcule a tensão verdadeira de C.A.G. como segue:

$$E = \frac{E_1 E_2 (R_2 - R_1)}{E_1 R_2 - E_2 R_1},$$

onde

E é a tensão verdadeira de C.A.G.,
E_1 é a leitura do medidor feita na primeira escala,
R_1 é a resistência de entrada do V.O.M. para a primeira escala,
E_2 é a leitura do medidor na segunda escala,
R_2 é a resistência de entrada do V.O.M. na segunda escala.

U31

Como Verificar o Efeito de Carga do Circuito em Medidas de C.A.G. com um V.E.

Equipamento: Resistor de precisão tendo um valor igual à resistência de entrada do V.E.

Ligações Necessárias: Primeiro ligue os lides do V.E. ao circuito de C.A.G. sob prova. Em seguida insira o resistor em série com o lide do V.E.

Procedimento: Observe as indicações de tensão obtidas em cada teste.

Avaliação dos Resultados: A segunda indicação de tensão deve ser metade da primeira. Se a segunda indicação for maior que a metade, está havendo carga no circuito.

Como Medir a Corrente de Catodo de uma Válvula de Saída Horizontal com um Voltímetro C.C. (V.O.M. ou V.E.)

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Ligue os lides do voltímetro aos terminais do resistor de catodo.

Procedimento: Observe a leitura na escala C.C. do instrumento. Determine o valor do resistor de catodo. A corrente é calculada pela lei de Ohm. Ajuste os controles de excitação e linearidade como se segue.

Avaliação dos Resultados: Ajuste o controle de excitação horizontal para a mínima corrente; reajuste de modo a obter largura completa da varredura sem que apareçam linhas de sobrexcitação. Ajuste a bobina de linearidade horizontal para um mergulho de corrente ou para a menor corrente sem distorção. O medidor indica a corrente média de catodo. (Os manuais de válvulas dão as especificações máximas tanto para a corrente de pico como média.) A 6BQ6 é especificada para uma corrente máxima de catodo de 110 mA; a 6CD6, 200 mA; a 6DQ6, 140 mA.

Se o circuito de saída horizontal não tiver resistor de catodo, o método descrito no "Uso 83" deve ser aplicado.

NOTA 22

A Corrente Consumida por Qualquer Eletrodo da Válvula pode ser Medida

A corrente consumida por qualquer eletrodo da válvula pode ser medida da mesma maneira que foi explicada no "Uso 32". Entretanto, se não existir resistor série no circuito, a corrente C.C. deve ser medida abrindo o circuito, como descrito no "Uso 83".

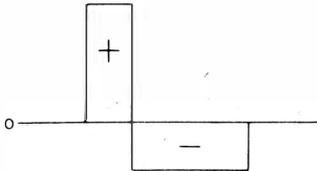
NOTA 23

Indicação de Tensão C.C. Obtida no Campo Corona

Quando trabalhando na vizinhança do sistema de deflexão horizontal ("fly-back"), você algumas vezes observará que ocorre uma deflexão de tensão C.C. no medidor se a ponta de prova for aproximada da válvula de saída horizontal ou outros pontos do circuito de alta tensão. Esta tensão C.C. é produzida pela retificação de centelhas invisíveis entre a ponta de prova e o campo corona.

NOTA 24

Os Pulsos de C.A. Têm um Valor Médio Nulo, embora as Tensões de Pico Difiram

Algumas vezes os principiantes supõem que uma tensão de pulso pode ser medida num voltímetro de C.C. Isto não é possível porque o valor médio de um pulso C.A. é zero. Como ilustrado a seguir, a área positiva da tensão de um pulso C.A. é igual à área negativa da tensão do pulso C.A. Portanto, um medidor C.C. indicará zero.

Um pulso de tensão C.A.

U33

Como Medir Tensões C.C. Abaixo da Menor Faixa Normal Proporcionada por um V.O.M.

Equipamento: Resistor de precisão (± 1%) com valor de resistência adequado.

Ligações Necessárias: Ligue o resistor em série com um dos lides de prova do V.O.M., como mostrado.

Procedimento: Opere o V.O.M. na escala mais baixa de corrente C.C.

Avaliação dos Resultados: Tomemos um exemplo em particular, tal como um V.O.M. que tem uma resistência interna de 5.000 ohms para 50 microampères de deflexão total na escala. Conforme a lei de Ohm, deve ser aplicado 0,25 volt na escala de 50 microampères do V.O.M. para obter deflexão total na escala. Por outro lado, se o resistor externo for zero (lides de prova usados diretamente), a escala de 50 microampères funciona como um voltímetro de 0,25 volt para deflexão total da escala. Usaremos a escala de 250 volts, e dividiremos a indicação por 1.000. Ainda mais, se desejamos uma escala total de 1 volt, precisamos trazer a resistência total da escala de 50 microampères para 20.000 ohms. Uma vez que o medidor tem uma resistência interna de 5.000 ohms neste exemplo, a resistência externa terá um valor de 15.000 ohms. Lere-

mos na escala de 100 volts C.C. do medidor, e dividiremos a indicação por 100.

Confecção de uma escala de 1 volt C.C. (deflexão total) para um V.O.M. com as características indicadas.

NOTA 25

Precauções Necessárias

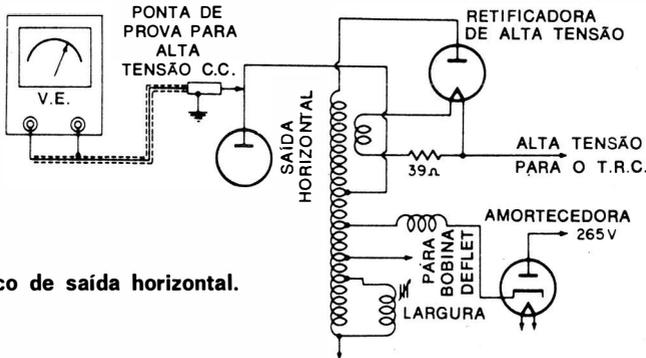
Uma vez que facilmente é possível queimar o medidor se se cometer um erro no cálculo, não se precipite e verifique seus cálculos cuidadosamente antes de prosseguir. A resistência interna de seu V.O.M. nas escalas mais baixas de corrente usualmente é especificada no manual de instruções. Além disso, certifique-se de fazer uma medida preliminar de tensão numa escala convencional do V.O.M. antes de usar a escala modificada de baixa corrente. Por exemplo, suponha que você está planejando medir uma tensão que você acredita ser menor que 0,25 volt; primeiro, faça uma medida grosseira na escala de 2,5 volts do V.O.M. Se esta tensão exceder apreciavelmente 0,25 volt, este fato deve ser determinado antes que ocorra um possível dano na escala modificada de baixa corrente.

Como Medir Tensões C.C. Quando Pulsos de Alta Tensão C.A. Estão Presentes (V.E.)

Equipamento: Ponta de prova de alta tensão C.C. com um fator de atenuação de 100 para 1.

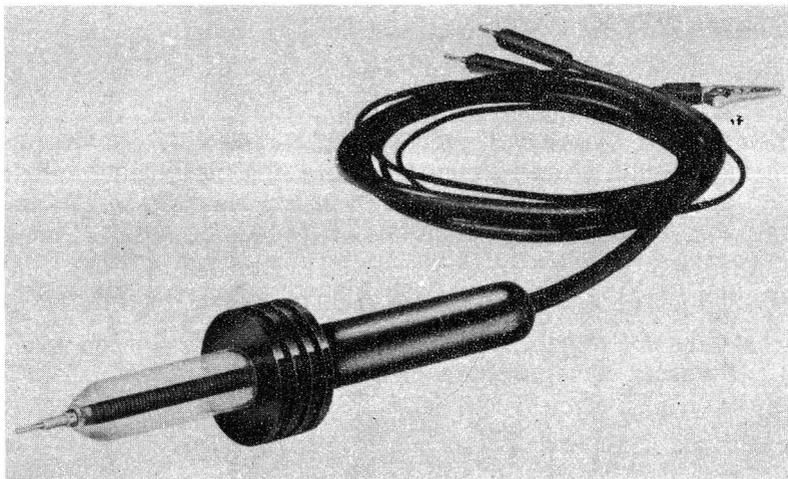
Ligações Necessárias: Aplique a ponta de prova entre o ponto de medida e massa (tal como da placa da válvula amortecedora para chassi). Ligue a saída da ponta de prova aos terminais de entrada do V.E.

Procedimento: Selecione uma das escalas de tensão C.C. baixas do V.E., tais como 3 ou 5 volts. Observe a indicação da escala.

Avaliação dos Resultados: Multiplique a medida por 100. Este é o valor da tensão C.C. no ponto sob prova.

Circuito típico de saída horizontal.

NOTA 26

Como a Ponta de Prova de Alta Tensão C.C. Protege o Medidor contra Pulsos C.A.

Quando uma ponta de prova de alta tensão C.C. com um cabo de saída blindado é usada para verificar tensão C.C. na presença de pulsos de alta tensão C.A., a rede RC (formada pelo resistor e pela capacitância entre o resistor e a blindagem da ponta de prova, e entre o fio de entrada e a blindagem do cabo) funciona como um filtro passa-baixas. A tensão C.A. é impedida de alcançar o V.E. e possivelmente danificar seu circuito de entrada. Em virtude da tensão C.C. ser muito menor que a tensão C.A., uma ponta de prova de 100 para 1 é necessária para obter a atenuação desejada da tensão C.A. Um V.E. deve ser empregado neste tipo de teste porque a ponta de prova multiplica **cada** escala de um V.E. por 100. Por outro lado, um V.O.M. não pode ser empregado porque uma ponta de prova é projetada unicamente para a escala mais alta do instrumento. Se a ponta de prova for usada na escala mais baixa de um V.O.M., a indicação não será utilizável e o fator de atenuação (a menos que seja calculado) será desconhecido. Por isso, tais provas são feitas exclusivamente com um V.E.

Ponta de prova para alta tensão C.C.

U35

Como Medir a Dissipação de Placa de uma Válvula de Saída Horizontal (V.E.)

Equipamento: Ponta de prova de alta tensão C.C. com relação de 100 para 1.

Ligações Necessárias: Ligue o V.E. à saída do cabo da ponta de prova. Meça a tensão de placa, como explicado no "Uso 34". Depois meça a corrente de placa usando um cabo de prova convencional C.C. para o V.E. Meça a corrente de placa lendo a queda de tensão no resistor de desacoplamento de placa e aplicando a lei de Ohm.

Procedimento: Multiplique a tensão de placa pela corrente de placa (em ampères) para obter a dissipação (em watts).

Avaliação dos Resultados: Confira a dissipação de placa medida com as especificações máximas publicadas nos manuais de válvulas.

Como Medir Pequenas Diferenças de Tensão

Equipamento: Bateria de tensão adequada.

Ligações Necessárias: Ligue a bateria em série com a fonte de tensão, na polaridade inversa, como descrito no esquema.

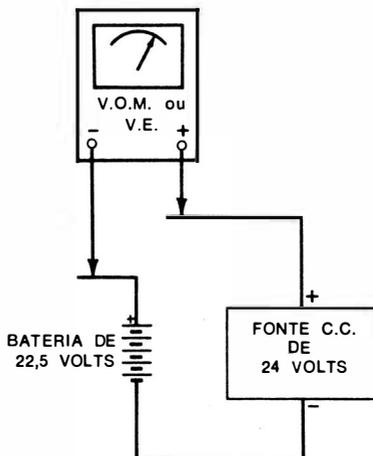
Procedimento: Selecione uma escala de baixa tensão do V.O.M. ou V.E., a fim de medir a diferença de tensão.

Avaliação dos Resultados: Esta é uma técnica de supressão do zero. Uma escala de zero suprimido significa que as tensões abaixo de um certo valor não ocasionam deflexões escala acima. Os medidores especializados deste tipo são comumente chamados voltímetros "segmentais". Por meio da "supressão" da porção desnecessária da escala, a faixa crítica pode ser espalhada sobre toda a extensão da escala. Esta técnica pode ser usada para indicar variações muito pequenas numa fonte de tensão. No exemplo mostrado abaixo, pequenas variações numa fonte de 24 volts estão sendo medidas. A bateria tem uma tensão terminal de 22,5 volts, e o medidor opera numa escala baixa de tensão C.C., tal como 2,5 volts.

NOTA 27

Considerações sobre a Precisão

Esta técnica de supressão do zero da escala **não** aumenta a precisão da leitura que seria obtida numa escala de tensão C.C. mais alta, tal como a de 50 volts, **a menos que** uma tensão oposta precisamente conhe-

Método de obtenção de uma escala de zero suprimido, usando uma tensão oposta.

cida seja usada. Esta técnica, quando usada com uma tensão oposta que tenha uma precisão não maior que a precisão inerente do medidor, apenas torna possível a medida de **mudanças** muito pequenas na fonte de tensão.

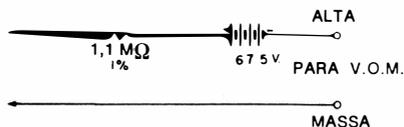
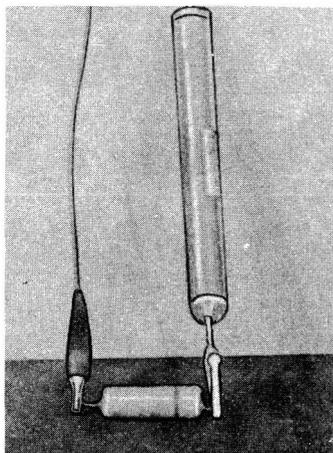
U37

Como Medir Valores de Resistência até 200 MΩ com um V.O.M

Equipamento: Ponta de prova de alta resistência para V.O.M.

Ligações Necessárias: Ligue a ponta de prova nos terminais de entrada do V.O.M. Ligue a ponta de prova aos terminais do capacitor ou outro componente sob prova.

Procedimento: Opere o V.O.M. na sua escala mais alta de resistências. Observe a leitura da escala. Multiplique a leitura por 10.

Avaliação dos Resultados: Uma vez que os valores de resistência além de 200 megohms não podem ser lidos nos V.O.M. usuais com uma ponta de prova para alta resistência, as medidas de altas resistências devem ser restritas a componentes tendo valores dentro desta gama. Note também que uma ponta de prova para alta resistência para V.O.M. permite medidas de valores de resistência mais exatos na gama entre 1 e 20 megohms (comparada com o uso de pontas de prova comuns), porque as leituras são obtidas numa porção mais expandida da escala do ohmímetro. O circuito abaixo é para um V.O.M. tendo uma resistência de entrada de 120.000 ohms na escala Rx10.000 ohms e uma pilha interna de 7,5 volts. Os 67,5 volts para a ponta de prova são obtidos usando 3 pilhas de 22,5 volts do tipo utilizado para aparelhos de surdez.

Circuito de uma ponta de prova de alta resistência para V.O.M.

Prova de resistência de isolamento de um capacitor de papel, com uma ponta de prova de alta resistência.

U38

Como Medir Valores de Resistência até Pequenas Frações de Ohm

Equipamento: Ponta de prova de baixa resistência. (Veja nota 28.)

Ligações Necessárias: Ligue a ponta de prova para baixas resistências no V.O.M. Ligue os lides da ponta de prova sobre o componente ou circuito sob prova.

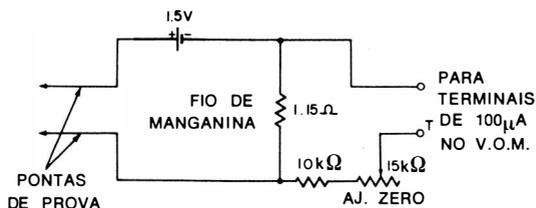
Procedimento: Use o ajuste de zero externo, como para uma função normal de ohmímetro. O V.O.M. é alterado, entretanto, em sua escala de microampères. (A pilha interna do V.O.M. não é usada com a ponta de prova para baixas resistências porque se necessita de grandes correntes para medida de baixas resistências com um ohmímetro série.)

Avaliação dos Resultados: A leitura da escala do ohmímetro é multiplicada por 0,1.

NOTA 28

Construção de uma Ponta de Prova para Baixa Resistência

A configuração para uma ponta de prova de baixa resistência, usada com um V.O.M. dotado de escala de corrente de 100 microampères com

uma resistência de entrada de 2.500 ohms (deflexão total da escala com 250 milivolts) e indicação de centro de escala de 12 ohms é dada abaixo. Note que o circuito, inclusive o resistor de fio de manganina de 1,15 ohm e os lides de prova, devem ter resistência muito baixa. Use barra-ônibus de grande diâmetro para o resistor de fio de manganina, fios flexíveis grossos para os lides de prova, e garras jacaré grandes com molas fortes para terminação dos lides de prova. O fio de manganina é usado para o resistor a fim de manter um valor constante de 1,15 ohm quente ou frio. A bateria pode ser qualquer tipo de 1,5 volt com resistência interna muito baixa e alta capacidade de corrente.

Circuito de uma ponta de prova de baixa resistência para V.O.M.

NOTA 29

A Ponta de Prova para Baixas Resistências Indica Curtos-Circuitos

Uma caixa ou ponta de prova para baixa resistência é útil para verificar curtos-circuitos. À medida que nos aproximamos do ponto onde está o curto-circuito, a leitura de resistência decresce. Uma ponta de prova para baixas resistências também auxilia a verificação dos contatos de chave, juntas com soldas frias, e o valor da resistência de pequenas bobinas.

NOTA 30

Os Valores das Pontas de Prova Devem ser Adequados para que haja Multiplicação da Escala

Quando calcular configurações para pontas de prova para altas resistências ou para baixas resistências, tenha em mente que desejamos fazer com que a escala de ohms do V.O.M. ou V.E. seja multiplicada quando a ponta de prova for usada. Assim, não podemos apenas usar qualquer valor de tensão e resistência no circuito da ponta de prova. Um ponto de partida conveniente é observar a indicação central da escala de ohms. Em seguida observe a tensão da pilha e o resistor de referência usado na escala Rx1. Ao calcular configurações para pontas de prova, mantenha valores proporcionais para obter multiplicação da escala.

Como Verificar um Diodo Semicondutor

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Ligue os lides do ohmímetro aos terminais do diodo. Depois inverta os lides.

Procedimento: Selecione uma escala que dê indicações legíveis no ohmímetro. Observe as leituras obtidas em dois testes. Para obter a relação direta para inversa, divida a leitura menor pela leitura maior.

Avaliação dos Resultados: A avaliação mais útil é obtida comparando a relação medida entre a condução direta para a inversa com aquela obtida de um bom diodo conhecido do mesmo tipo, com o mesmo ohmímetro usado na mesma escala.

NOTA 31

As Leituras Serão Diferentes nas Várias Escalas

Os diodos semicondutores, como os transistores, são dispositivos cuja resistência é não-linear. Conseqüentemente, os valores de resistência verdadeiros indicados por um ohmímetro dependem grandemente do valor da tensão da bateria e da resistência interna do ohmímetro. Estes valores não são os mesmos para diferentes instrumentos e são diferentes para o mesmo instrumento quando ele é comutado para outra escala. As leituras seguintes são típicas de um diodo de germânio 1N34:

Ohmímetro ajustado para a escala Rx1

Resistência direta .... 140 ohms
Resistência inversa .... Ilegível

Ohmímetro ajustado para a escala Rx100

Resistência direta .... 400 ohms
Resistência inversa .... 200.000 ohms

Ohmímetro ajustado para a escala Rx10.000

Resistência direta .... 2.000 ohms
Resistência inversa .... 200.000 ohms

Como Verificar a Condição de um Resistor "Globar" (*)

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Certifique-se de que o receptor está desligado e que o resistor está frio. Ligue os lides de prova do ohmímetro sobre o resistor "Globar". Em seguida desligue o ohmímetro. Ligue o receptor durante 2 ou 3 minutos. Finalmente, desligue o receptor e religue rapidamente os lides do ohmímetro aos terminais do resistor "Globar".

Procedimento: Observe as leituras de resistência obtidas em cada uma das duas provas.

Avaliação dos Resultados: Compare as leituras com os valores especificados nos dados de manutenção do receptor. A resistência a frio é normalmente cerca de 15 a 150 vezes a resistência a quente. Os resistores térmicos tendem a mudar de característica com a idade.

(*) Nota do tradutor: **Um resistor "Globar" é um resistor com coeficiente de temperatura negativo, comumente utilizado em receptores do tipo C.A.-C.C., geralmente chamados de "rabo quente", e que se destina a proteger os filamentos das válvulas e lâmpada piloto durante o período de aquecimento.**

U41

Como Verificar a Fuga em um Capacitor de Papel (V.E.)

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Ligue os lides de prova do ohmimetro sobre o capacitor.

Procedimento: Selecione a escala mais alta do ohmimetro (usualmente Rx1 megohm).

Avaliação dos Resultados: Um capacitor de papel deve indicar uma resistência de isolamento acima de 1.000 megohms. Em geral, se qualquer leitura de resistência diferente de infinito for obtida nesta prova, o capacitor deve ser rejeitado. Uma vez que este teste é feito somente com a tensão do ohmímetro aplicada ao capacitor, ele não é conclusivo.

Como Verificar a Fuga em um Capacitor de Papel com uma Ponta de Prova de Alta Resistência (V.E.)

Equipamento: Ponta de prova de alta resistência.

Ligações Necessárias: Desligue o capacitor do circuito. Ligue a ponta de prova sobre o capacitor.

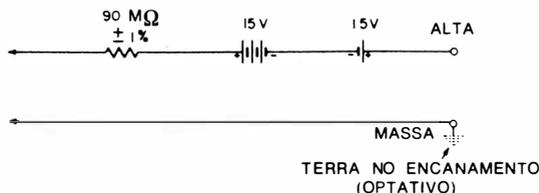
Procedimento: Selecione a escala mais alta do ohmimetro. Observe a indicação da escala. Multiplique a leitura por 10.

Avaliação dos Resultados: Um bom capacitor de acoplamento deve medir bem acima de 1.000 megohms de resistência de isolamento. Uma ponta de prova de alta resistência para V.E. permite medir valores de resistência até 10.000 ou 20.000 megohms. Esta prova não é completamente conclusiva porque a ponta de prova para alta resistência aplica geralmente só uma pequena tensão — aproximadamente 15 volts — ao capacitor sob prova.

NOTA 32

Ponta de Prova para Alta Resistência

O circuito de uma ponta de prova de alta resistência para V.E. tendo 10 megohms de resistência de entrada e uma pilha de ohmímetro de 1,5 volt é apresentado na ilustração seguinte. A pilha de 15 volts é do tipo de aparelho para surdez e a pilha de oposição de 1,5 volt é uma pilha tipo lapiseira. Esta ponta de prova multiplica a escala Rx1 megohm do V.E. por 10.

Algumas vezes as leituras de resistência obtidas com uma ponta de prova de alta resistência são instáveis. Esta condição instável é devida à fonte de alimentação operada pela rede local no V.E. e pode ser corrigida ligando o invólucro a uma torneira, como mostrado na ilustração.

Circuito de uma ponta de prova de alta resistência para V.E.

Como Verificar a Fuga em um Capacitor Eletrolítico

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Ligue os lides do ohmímetro aos terminais do capacitor eletrolítico (observe a polaridade).

Procedimento: Observe a indicação na escala de ohms. Note que os grandes capacitores podem ser carregados mais rapidamente mudando a escala do ohmímetro progressivamente da mais baixa para a mais alta.

Avaliação dos Resultados: A prova indicará capacitores eletrolíticos que estão definitivamente "ruins". Entretanto, por causa da pequena tensão aplicada, esta prova não é conclusiva, exceto para capacitores eletrolíticos de baixa tensão em equipamentos transistorizados. Nos últimos, você deve ter cuidado em não exceder a especificação de tensão do capacitor. Note também que uma ponta de prova para altas resistências comumente aplicará até 75 volts aos terminais do capacitor em prova; uma ponta de prova de alta resistência para V.E. freqüentemente aplica até 15 volts.

U44

Como Fazer uma Prova "A Quente" Quanto a Fugas Intereletródicas num Cinescópio

Equipamento: Lides para prova.

Ligações Necessárias: Desligue o cabo de alta tensão do cinescópio. Curto-circuite para o chassi o terminal de alta tensão da válvula, a fim de descarregá-la. Ligue o ohmímetro entre os terminais da válvula em prova. O soquete deve ser removido da válvula, e ligações temporárias para o filamento devem ser feitas com lides de prova.

Procedimento: Opere o ohmímetro em sua escala mais alta de resistência. Verifique a resistência de fuga do catodo para a grade de controle, segunda grade, anodo de focalização (caso exista), e segundo anodo. Repita o teste da grade de controle para a segunda grade, para o anodo de focalização (caso exista), e para o segundo anodo. Faça uma verificação final do anodo de focalização (caso exista) para o segundo anodo.

Avaliação dos Resultados: Qualquer leitura diferente de infi-

nito é causa para rejeição, ou pelo menos para suspeitar das condições do cinescópio.

Uma verificação a quente é mais confiável que uma prova de resistência a frio. Observe que o lide positivo do ohmímetro deve ser ligado ao catodo do cinescópio quando fazendo provas a quente. De outro modo, a pilha do ohmímetro causará o fluxo de uma pequena corrente de feixe e falsamente indicará a presença de resistência de fuga.

NOTA 33

Queimando Curtos ou Fugas em Cinescópios

Se o ohmímetro mostra a presença de resistência de fuga nas provas do "Uso 44", é possível algumas vezes queimar o **caminho** da fuga. Use um capacitor de filtro como fonte de tensão. Carregue o capacitor de filtro a partir de um fio de alimentação de placa disponível. Depois, encoste os lides do capacitor aos pinos da válvula que têm resistência de fuga entre si. Se o ohmímetro mostra que a resistência de fuga não foi completamente queimada na primeira aplicação de uma tensão transiente, o processo pode ser repetido. Note que a tensão de alimentação de placa ou a tensão do segundo anodo não devem ser usadas diretamente para eliminar fugas ou curtos. Pode resultar dano ao cinescópio pelo uso de corrente ou tensão excessivas neste procedimento.

PROVAS DE INVESTIGAÇÃO DE SINAL

U45

Como Verificar Capacitores Abertos na Grade de Blindagem e no Catodo

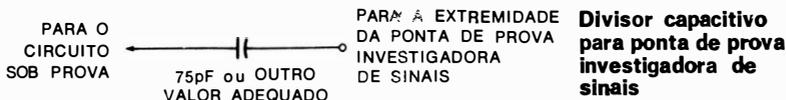
Equipamento: Ponta de prova de investigador de sinais.
Ligações Necessárias: Ligue a ponta de prova ao V.O.M. ou V.E. Aplique a ponta de prova ao capacitor sob prova.
Procedimento: Opere o medidor na função tensão C.C. e observe a leitura.
Avaliação dos Resultados: Quando um capacitor de grade de blindagem ou catodo abre, a tensão C.A. sobre o capacitor sobe muito. Este fato é utilizado para localizar capacitores abertos. Por exemplo, quando o capacitor de grade de blindagem num circuito típico de saída horizontal abre, a medida aumenta cerca de 10 vezes. Se uma ponta de prova de onda completa for usada com um V.E., a tensão pico-a-pico pode ser comparada com o valor dado na folha de manutenção do receptor.

Precaução: Em alguns receptores, a tensão de C.A. na grade de blindagem é bastante grande para danificar um diodo semicondutor; portanto, deve-se usar um divisor de tensão, conforme explicado nas notas 34 e 35.

NOTA 34

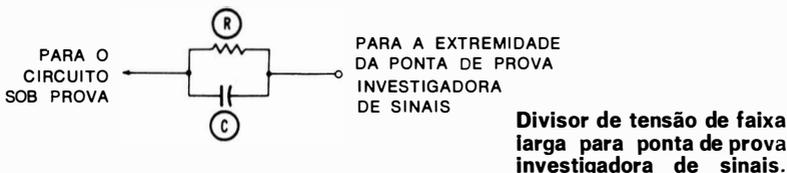
Divisor Capacitivo para Ponta de Prova de Investigador de Sinais

Quando provar circuitos com tensões C.A. maiores que a especificação do semicondutor usado na ponta de prova do investigador de sinais, use um simples divisor capacitivo com relação de 10 para 1 (veja o esquema anexo). O divisor capacitivo é simplesmente um capacitor fixo de 50 a 150 pF. O valor exato que proporcionará uma atenuação de 10 para 1 depende da escala do V.O.M. Por exemplo, os valores tornam-se progressivamente maiores para uma atenuação de 10 para 1 nas escalas de 50 volts, 10 volts, e 2,5 volts de um medidor de 20.000 ohms-por-volt. Por outro lado, um dado capacitor proporciona uma atenuação de 10 para 1 em todas as escalas de um V.E. Note que o divisor capacitivo é utilizável somente nos circuitos horizontais. Outro tipo de divisor deve ser usado nos circuitos verticais (veja nota 35).

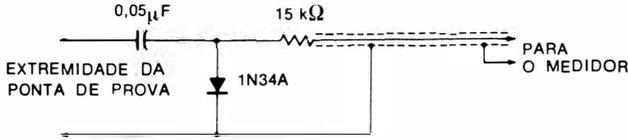
Divisor capacitivo para ponta de prova investigadora de sinais

NOTA 35

Divisor de Tensão Compensado para Ponta de Prova de Investigador de Sinais

Para obter uma atenuação de 10 para 1 tanto nas freqüências baixas como nas altas, use um divisor RC com a ponta de prova do investigador de sinais, como mostrado na ilustração seguinte. Os valores de R e C podem ser escolhidos para a atenuação apropriada em qualquer escala de um V.E. Por outro lado, valores diferentes são necessários para as várias escalas de um V.O.M. Selecione R para proporcionar uma atenuação de 10 para 1 em 60 Hz. Selecione C para proporcionar uma atenuação de 10 para 1 em 15.750 Hz.

Divisor de tensão de faixa larga para ponta de prova investigadora de sinais.

NOTA 36

Ponta de Prova de Meia Onda para Investigador de Sinais

A configuração que se segue é para uma ponta de prova de meia onda para investigador de sinais, e pode ser usada tanto com um V.O.M. quanto com um V.E. A ponta de prova não é prevista para medidas de tensão de alta precisão, mas somente para as provas gerais de nível de sinal.

Ponta de prova de meia onda investigadora de sinais para V.O.M. ou V.E.

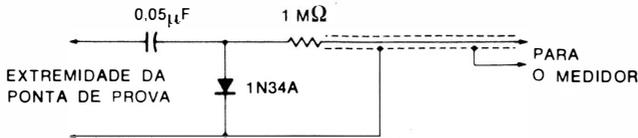
NOTA 37

Resposta de Baixa Freqüência de uma Ponta de Prova Retificadora

Melhor resposta de baixa freqüência pode ser obtida se um maior capacitor de carga for usado na ponta retificadora. Por outro lado, os altos valores de um capacitor de carga causam um transiente de corrente capaz de causar danos num diodo semicondutor quando a ponta de prova for aplicada a uma fonte de tensão de placa. Assim sendo, um capacitor de carga de 0,05 μF é uma conciliação entre a resposta de baixas freqüências e a proteção do diodo quanto a transientes. Uma ponta de prova retificadora tem melhor resposta de baixas freqüências quando usada com um V.E. porque a demanda de corrente para carga do capacitor é menor. Da mesma forma, uma ponta retificadora tem melhor resposta de baixas freqüências quando usada com um V.O.M. de 100.000 ohms por volt do que com um V.O.M. de 20.000 ohms por volt.

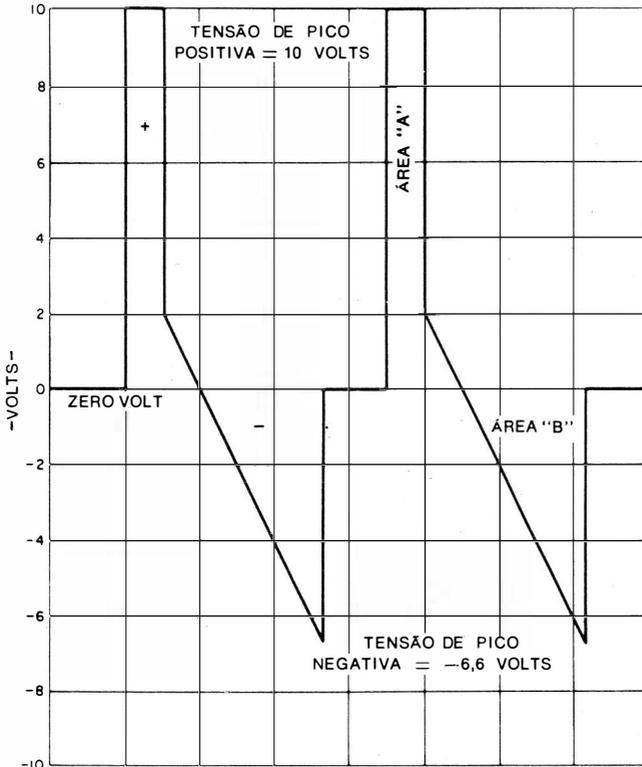
NOTA 38

A Ponta de Prova Proporciona Indicações de Tensão de Pico no V.E.

A tensão de pico de uma forma de onda C.A. pode ser medida com uma ponta retificadora e um V.E. (como mostrado no esquema seguinte). A ponta de prova substitui o cabo de entrada C.C. usual, o qual normalmente tem um resistor de isolamento de 1 megohm no estojo da ponta. Sendo assim, um resistor de calibração de 1 megohm deve ser usado na ponta retificadora. Este tipo de ponta retificadora não funcionará com um V.O.M. porque o resistor de calibração é demasiadamente grande. A ponta indica níveis de pico positivo ou de pico negativo, dependendo da polaridade do 1N34A.

Ponta de prova de meia onda para investigar sinais com o V.E.

NOTA 39

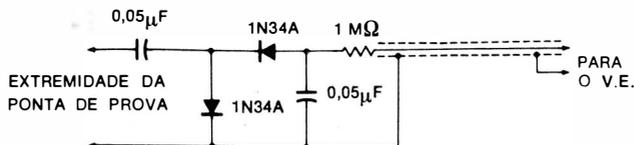
Tensões de Pico de Formas de Onda Complexas

A tensão de pico positivo de formas de onda complexas geralmente é diferente da tensão de pico negativo, conforme mostrado na ilustração seguinte. Numa forma de onda complexa, sempre há um nível de zero volt que divide a forma de onda em porções positiva e negativa. As áreas em ambos os lados do nível de zero volt são sempre iguais. Se você está medindo a tensão de pico positivo ou a tensão de pico negativo depende da polaridade do diodo semicondutor na ponta retificadora.

Forma de onda complexa.

NOTA 40

A Ponta de Prova Proporciona Indicações de Tensão Pico-a-Pico com um V.E.

Você pode usar a ponta de prova retificadora pico-a-pico e um V.E. para medir tensões pico-a-pico de formas de onda complexas. A ponta substitui o cabo de entrada C.C. usual no V.E. Este cabo geralmente con-

tém um resistor de calibração (ou isolamento) de 1 megohm. Assim sendo, um resistor de calibração de 1 megohm é usado na ponta de prova retificadora. Note que qualquer ponta usando diodos semicondutores tem uma gama de tensões limitada; portanto, os sinais de entrada não devem exceder cerca de 75 volts pico-a-pico porque os diodos podem ser danificados.

Ponta de prova pico a pico para V.E.

U46

Como Fazer Provas de Investigação de Sinais sem Drenar Corrente do Circuito sob Prova

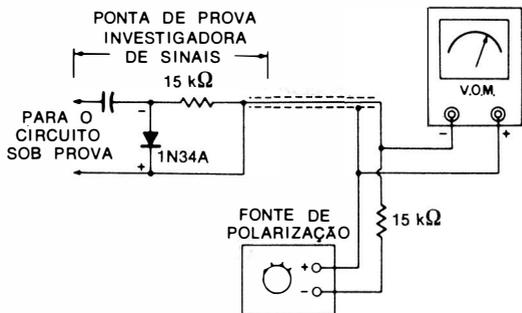
Equipamento: Fonte de polarização, ponta de prova investigadora de sinais e resistor fixo.

Ligações Necessárias: Ligue a ponta de prova ao resistor, fonte de polarização e V.O.M., conforme mostrado. Aplique a ponta ao ponto de prova no circuito do receptor.

Procedimento: Selecione a escala C.C. mais baixa possivel do V.O.M. Ajuste a polarização para indicação zero na escala de tensão. (As ligações do medidor podem ser feitas e desfeitas para uma indicação de equilibrio mais exata.) Finalmente, aplique o V.O.M. aos terminais da fonte de polarização e leia a indicação de tensão.

Avaliação dos Resultados: A tensão da fonte de polarização cancela a tensão da ponta de prova, de modo que o medidor não drena corrente do circuito sob prova. O valor da tensão medida nos terminais da fonte de polarização é a tensão de pico do sinal. Se se está medindo picos positivos ou picos negativos de tensão, depende da polaridade do diodo semicondutor na ponta de prova.

O valor do resistor de isolamento não é critico, mas deve ter um valor da mesma ordem de grandeza do resistor de isolamento na ponta de prova. Note que a seta num diodo semicondutor aponta na direção oposta ao fluxo de eléctrons. O diodo na ponta de prova pode ser invertido se a polaridade da fonte de polarização for também invertida. Este método tam-

bém melhora a resposta de baixa freqüência de uma ponta para V.O.M. porque a ponta não supre corrente para o medidor.

Montagem para prova.

NOTA 41

Carga Capacitiva de uma Ponta de Prova

O método de prova em "Uso 46" elimina o dreno de corrente do circuito sob prova e assim proporciona medidas mais exatas de tensão de pico. Por outro lado, note que a capacitância de entrada do provador ainda está presente e pode dessintonizar um estágio de F.I., por exemplo. Por esta razão, ponta e medidor podem dar indicações diferentes do valor certo em circuitos sintonizados de alta freqüência.

U47

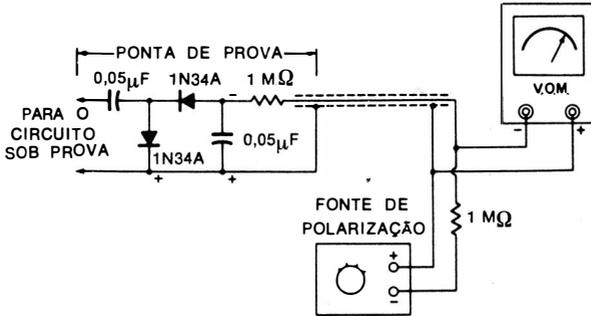
Como Medir Valores Pico-a-Pico de Tensão sem Dreno de Corrente do Circuito sob Prova (V.O.M.)

Equipamento: Ponta de prova investigadora de sinais tipo V.E., fonte de polarização, e resistor.

Ligações Necessárias: Ligue o equipamento como mostrado. Aplique a ponta ao circuito sob prova.

Procedimento: Ajuste a fonte de polarização para indicação zero na escala de tensão C.C. (escala mais baixa) do V.O.M. Faça e desfaça a ligação do V.O.M. para obter uma indicação de zero altamente precisa. Finalmente, meça a tensão nos terminais da fonte de polarização.

Avaliação dos Resultados: A tensão medida nos terminais da fonte de polarização é igual à tensão pico-a-pico da forma de onda. (Veja Nota 41 para exceção.)

A resposta de baixa freqüência de uma ponta de prova pico-a-pico para V.O.M. é melhorada com este método porque nenhuma corrente é derivada da ponta de prova pelo medidor.

Montagem para prova.

NOTA 42

O Retificador C.A. Interno do V.E. Aumenta o Erro Devido à Carga Capacitiva

Alguns V.E. não usam uma ponta de prova externa para medida de valores de tensão pico-a-pico; em vez disso, eles têm um retificador interno de onda completa projetado para resposta de alta freqüência. A vantagem do arranjo interno é que o retificador fica localizado depois do multiplicador de escalas, de modo que valores mais altos de tensão C.A. possam ser convenientemente medidos. Por outro lado, uma desvantagem do arranjo interno é que a capacitância de entrada é muito maior. A maior capacitância aumenta o erro causado por carga quando se está provando circuitos de alta freqüência.

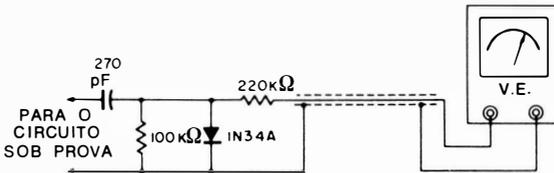
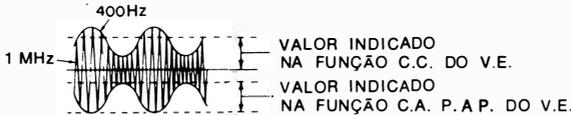
Como Medir a Tensão numa Forma de Onda Modulada (V.E.)

Equipamento: Ponta de prova demoduladora (veja a ilustração).

Ligações Necessárias: Ligue a ponta de prova à origem da tensão da forma de onda modulada. Ligue a saída da ponta de prova ao conector de entrada do V.E.

Procedimento: Primeiramente, opere o V.E. em sua função de tensão C.C. Isto fornece a tensão de pico da freqüência

portadora. Em seguida opere o V.E. em sua função de tensão C.A. Isto dá a tensão da forma de onda moduladora (usualmente uma freqüência moduladora de 400 Hz, em provas padronizadas).

Avaliação dos Resultados: A ponta de prova demoduladora proporciona tanto saída C.A. como C.C. O retificador e a rede de filtragem na ponta de prova convertem a alta freqüência da portadora numa tensão C.C. Esta tensão C.C. é igual à tensão de pico da portadora. Por outro lado, o retificador e a rede de filtragem da ponta de prova deixam passar a tensão moduladora de 400 Hz sem retificá-la ou filtrá-la. Assim sendo, ela pode ser medida separadamente na função C.A. do V.E. Se o V.E. proporciona indicação eficaz de formas de ondas senoidais, esta medida será em valores eficazes. Por outro lado, se o V.E. proporciona indicações de tensões C.A. pico-a-pico, esta medida será em valores pico-a-pico.

Montagem para prova.

Forma de onda modulada.

NOTA 43

Medida do Valor da Tensão de Modulação

Se uma ponta de prova demoduladora pico-a-pico for usada no "Uso 48", a escala C.C. do medidor indicará a tensão pico-a-pico da portadora. A tensão moduladora será em valores eficazes ou pico-a-pico, dependendo do tipo de V.E.

Como Determinar a Eficiência de Demodulação de uma Ponta de Prova Demoduladora (V.E.).

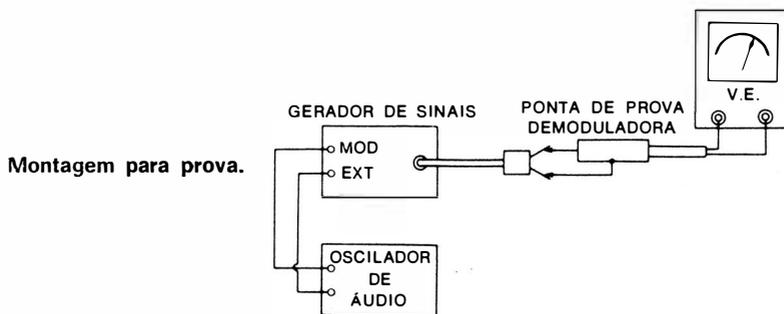
Equipamento: Gerador de sinais e oscilador de áudio.

Ligações Necessárias: Ligue o cabo de saída do oscilador de áudio aos terminais de modulação externa do gerador de sinais. Ligue a ponta demoduladora ao cabo de saída do gerador de sinais. Ligue o V.E. ao cabo de saída da ponta de prova.

Procedimento: Opere o gerador de sinais na saída máxima em cerca de 1 MHz. Varie a freqüência do oscilador de áudio ao longo de uma gama adequada. Opere o V.E. na função tensão C.A. Note a alteração na indicação da escala à medida que o oscilador de áudio é sintonizado para freqüências mais altas.

Avaliação dos Resultados: A capacidade de demodulação da ponta de prova é a freqüência de áudio na qual a leitura do medidor começa a cair.

Montagem para prova.

U50

Como Multiplicar a Sensibilidade da Ponta de Prova de um Investigador de Sinais

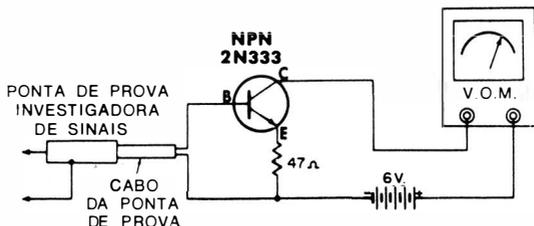
Equipamento: Transistor, resistor de 3 kΩ, resistor de 47 ohms, e pilha de 6 volts.

Ligações Necessárias: Ligue os componentes como mostrados no diagrama seguinte. (A tensão da pilha e os terminais do cabo da ponta devem ser invertidos se for usado um transistor n-p-n.) Aplique a saída da ponta de prova à

entrada do circuito do transistor. Ligue o V.O.M. à saída do circuito do transistor.

Procedimento: Opere o V.O.M. em sua escala mais baixa de corrente, tal como 100 microampères. Aplique a ponta de prova do investigador de sinais ao circuito sob prova.

Avaliação dos Resultados: O transistor aumenta a sensibilidade do medidor dez vezes ou mais. Assim sendo, é possível verificar circuitos de nível muito mais baixo (tais como a saída de um sintonizador de R.F.).

Algumas vezes há uma pequena corrente de fuga quando não está aplicado nenhum sinal à ponta de prova do investigador de sinais. Esta é uma característica do transistor. Por seleção de transistores, você pode reduzir a corrente de fuga. Esta corrente de fuga faz com que o ponteiro pare ligeiramente acima de zero quando não há sinal de entrada.

Amplificador transistorizado para ponta de prova.

NOTA 44

O Transistor Amplia a Resposta de Baixa Freqüência da Ponta de Prova

Quando um transistor é usado como mostrado no "Uso 50", a resposta de baixa freqüência de uma ponta de prova para investigar sinais com V.O.M. é também grandemente estendida porque há muito menor dreno de corrente da ponta de prova.

U51

Como Verificar o Estágio Oscilador Local

Equipamento: Ponta de prova do investigador de sinais.

Ligações Necessárias: Ligue o cabo de saída da ponta de prova na entrada do medidor. Aplique a ponta de prova entre a blindagem flutuante da válvula, sobre a válvula osciladora e massa.

Procedimento: Opere o V.O.M. ou V.E. na escala de tensão C.C. Observe a indicação da escala ao mesmo tempo que gira o seletor de canais de um extremo a outro de sua faixa.

Avaliação dos Resultados: Uma indicação zero indica oscilador inoperante. Normalmente você observará uma leitura de 0,5 a 2 volts, dependendo de você usar um V.O.M. ou V.E. e uma ponta de meia onda ou de onda completa.

Verificação do funcionamento do oscilador local.

U52

Como Investigar o Sinal da Saída do Sintonizador de R.F. à Saída do Amplificador de F.I. (V.O.M.)

Equipamento: Acessório transistorizado para ponta de prova (veja Uso 50) e ponta de prova do investigador de sinais.

Ligações Necessárias: Ligue os componentes como mostrado no Uso 50. Aplique a saída da ponta de prova à entrada do circuito transistorizado. Ligue o V.O.M. à saída do circuito transistorizado.

Procedimento: Sintonize um sinal de estação de TV ou use o sinal de R.F. de um gerador de barras. Aplique a ponta de prova à saída do sintonizador de R.F. e nas grades seguintes de F.I. e terminais de placa.

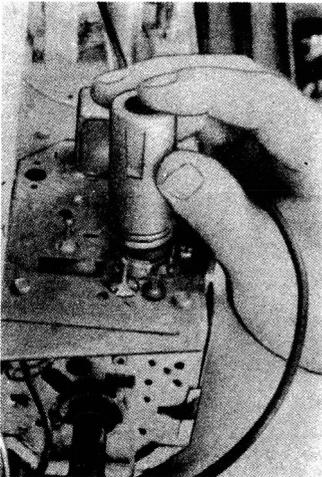
Avaliação dos Resultados: Uma ponta pico-a-pico e um transistor proporcionam pelo menos 20 vezes a sensibilidade de uma ponta convencional e permitem provas de investigação de sinais com um V.O.M. na saída do sintonizador de R.F.

Como Verificar o Funcionamento dos Circuitos de Sinal da Válvula Misturadora até o Detector de Imagem

Equipamento: Ponta investigadora de sinais.

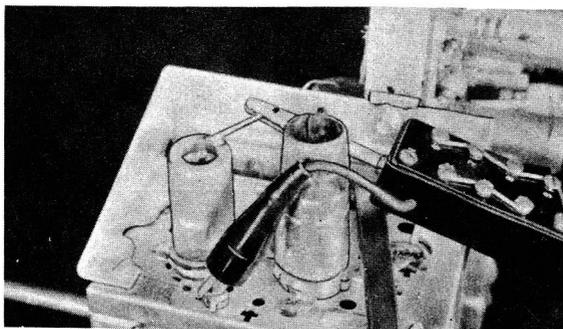
Ligações Necessárias: Ligue o cabo de saída da ponta de prova à entrada do instrumento. Aplique a ponta de prova à entrada e à saída do detector de imagem.

Procedimento: Opere o instrumento na escala de tensão C.C. Levante a blindagem da válvula misturadora e segure-a enquanto observa a indicação da escala.

Avaliação dos Resultados: Campos parasitários são acoplados à placa da válvula misturadora pela capacitância do corpo aplicada à blindagem "flutuante" da válvula. Uma indicação nula mostra que o sinal não está passando do misturador para o detector de imagem. O nível da indicação depende da intensidade dos campos parasitários na oficina.

Acoplando campos espúrios à válvula misturadora por meio da capacitância do corpo.

NOTA 45

Deve-se Usar um Gerador se os Campos Espúrios forem Fracos

Em algumas oficinas, os campos espúrios em freqüências de F.I. são demasiadamente fracos para um teste prático pelo método explicado no "Uso 53". Em tal caso, a saída de um gerador de sinais de F.I. deve ser aplicada à blindagem "flutuante" da válvula misturadora.

Aplicando a saída do gerador de sinais a uma blindagem flutuante de válvula.

U54

Como Verificar a Saída do Sinal de Vídeo do Detector de Imagem (V.O.M. ou V.E.)

Equipamento: Ponta investigadora de sinais.

Ligações Necessárias: Ligue a ponta de prova ao medidor. Aplique a ponta de prova entre a saída do detector de imagem e massa.

Procedimento: Sintonize uma estação de TV (ou use gerador de barras). Observe a leitura de tensão na função volts C.C. do instrumento.

Avaliação dos Resultados: De 0,5 a 2 volts serão observados em operação normal, dependendo de se estar usando um V.O.M. ou V.E. com uma ponta de prova de meia onda ou de onda completa.

U55

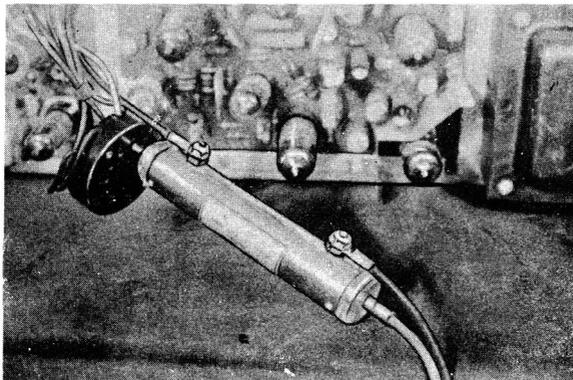
Como Verificar a Excitação de Sinal de Vídeo para um Cinescópio (V.O.M. ou V.E.)

Equipamento: Ponta investigadora de sinais.

Ligações Necessárias: Ligue o lide de saída da ponta de prova aos jaques de entrada do instrumento. Retire o soquete do cinescópio e aplique a ponta de prova entre o pino do

eletrodo de entrada de sinal no soquete do cinescópio e massa.

Procedimento: Sintonize uma estação de TV ou use um gerador de barras. Observe as leituras na escala de tensão C.C.

Avaliação dos Resultados: Com sinal de excitação normal para o cinescópio, a leitura na escala do V.O.M. será de aproximadamente 20 a 30 volts. Leituras ligeiramente mais altas são obtidas com um V.E.

Verificando a excitação do cinescópio.

Como Verificar o Sinal de Áudio no Detector de F.M

Equipamento: Ponta investigadora de sinais.

Ligações Necessárias: Ligue o cabo de saída da ponta de prova ao medidor. Aplique a ponta sucessivamente aos terminais de catodo e de placa da válvula detectora de F.M.

Procedimento: Opere o instrumento numa escala de tensão C.C. Observe a indicação da escala com o sinal de uma estação de TV presente.

Avaliação dos Resultados: Se uma ponta de prova de onda completa for usada com um V.E., as tensões podem ser comparadas com os dados na literatura de manutenção do receptor. De outro modo, leituras de tensão mais baixas serão obtidas. Estas leituras podem ser comparadas com as obtidas em um receptor do mesmo tipo em boas condições de funcionamento.

Como Investigar o Sinal na Seção de Sincronismo de um Receptor de TV

Equipamento: Ponta investigadora de sinais.

Ligações Necessárias: Ligue o cabo da ponta de prova ao instrumento. Aplique a ponta entre o terminal do circuito em prova e massa.

Procedimento: Opere o V.O.M. ou V.E. em sua função de tensão C.C. Sintonize uma estação de TV (ou use um gerador de barras). Note a leitura na escala C.C.

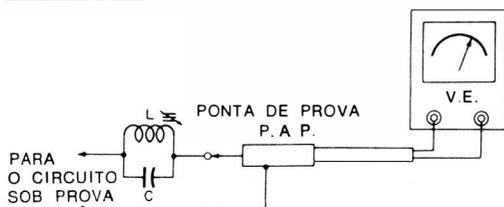
Avaliação dos Resultados: Se uma ponta de prova de onda completa for usada com um V.E., os valores de tensão pico-a-pico podem ser comparados com os dados na literatura de manutenção do receptor. (Uma ponta de prova de V.E. carrega os circuitos de alta impedância um pouco mais que uma ponta de prova de 10 para 1 de baixa capacitância para osciloscópio.) Se uma ponta de prova de meia onda for usada com um V.O.M., menores valores de tensão serão indicados, e a carga no circuito será substancial.

Como Medir a Tensão Pico-a-Pico do Pulso de Sincronismo Vertical (V.E.)

Equipamento: Ponta de prova de onda completa para investigação de sinais e circuito LC ressonante em 15.750 Hz (veja a ilustração seguinte).

Ligações Necessárias: Ligue a ponta de prova ao circuito ressonante paralelo. Ligue a saída do cabo da ponta de prova a um V.E. Aplique o lide do circuito LC ao ponto sob prova. Faça o retorno da ponta de prova à massa.

Procedimento: Opere o V.E. em sua função de tensão C.C. Note os valores de tensão pico-a-pico, indicados na escala C.C.

Avaliação dos Resultados: O circuito ressonante rejeita em grande parte os pulsos de sincronismo horizontal, mas deixa passar os pulsos de sincronismo vertical. Assim sendo, a tensão dos pulsos de sincronismo vertical num sinal de sincronismo composto pode ser verificada individualmente.

Montagem para prova.

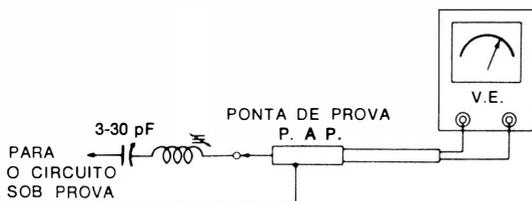
U59

Como Medir a Tensão Pico-a-Pico do Pulso de Sincronismo Horizontal (V.E.)

Equipamento: Ponta de prova de onda completa para investigação de sinais e circuito LC ressonante em 15.750 Hz (veja a ilustração seguinte).

Ligações Necessárias: Ligue a ponta de prova ao circuito ressonante série. Ligue a saída do cabo da ponta de prova a um V.E. Aplique o lide do circuito LC ao ponto sob prova. Retorne a ponta de prova à massa.

Procedimento: Opere o V.E. em sua função de tensão C.C. Note a tensão pico-a-pico indicada na escala C.C.

Avaliação dos Resultados: O circuito ressonante rejeita a maior parte dos pulsos de sincronismo vertical, mas deixa passar os pulsos de sincronismo horizontal. Assim sendo, a tensão dos pulsos de sincronismo horizontal num sinal de sincronismo composto pode ser verificada individualmente.

Montagem para prova.

NOTA 46

Torne o Oscilador Vertical Inoperante para Provar o Integrador

Quando fizer investigação de sinal através do integrador vertical, é preciso tornar inoperante a válvula osciladora vertical. Se assim não for feito, a energia do oscilador será realimentada através de 1 ou 2 estágios do integrador e dará uma indicação falsa do nível do sinal.

Como Verificar a Tensão de Excitação para a Válvula de Saída Vertical (V.O.M. ou V.E.)

Equipamento: Ponta investigadora de sinais.

Ligações Necessárias: Ligue a ponta de prova ao instrumento e aplique-a entre a grade da válvula de saída vertical e massa.

Procedimento: Opere o medidor em sua função de tensão C.C. e observe a indicação da escala.

Avaliação dos Resultados: Se uma ponta de prova pico-a-pico (onda completa) for usada com um V.E., a tensão indicada pode ser comparada com a tensão pico-a-pico especificada na literatura de manutenção do receptor. Se for usado um medidor de 20.000 ohms-por-volt, a leitura será mais baixa. Num receptor típico, um V.O.M. indica uma tensão de excitação normal de aproximadamente 4 volts.

U61

Como Verificar as Formas de Onda de Sincronismo e Comparação no Detector de Fase Horizontal

Equipamento: Ponta investigadora de sinais.

Ligações Necessárias: Ligue o cabo de saída da ponta de prova ao V.O.M. ou V.E. Aplique a ponta sucessivamente aos terminais de sinal do circuito do detector de fase.

Procedimento: Observe a indicação na escala C.C. do medidor com e sem o sinal de sincronismo (de uma estação de TV ou de um gerador de barras). Em seguida, observe a leitura da escala com e sem a válvula osciladora horizontal inoperante.

Avaliação dos Resultados: Sem sinal de sincronismo, a medida indica o nível da forma de onda de comparação proveniente do circuito de varredura horizontal. Com o sinal de sincronismo, a medida indica o nível da forma de onda combinada de comparação e sincronismo. Pode-se fazer a medida com e sem o oscilador horizontal funcionando, de modo que se tenha elementos para determinar o nível do sinal de sincronismo isolado. Se for usada uma ponta de prova de onda completa com um V.E., os valores de tensão pico-a-pico obtidos poderão ser comparados com os fornecidos pela literatura de manutenção do receptor.

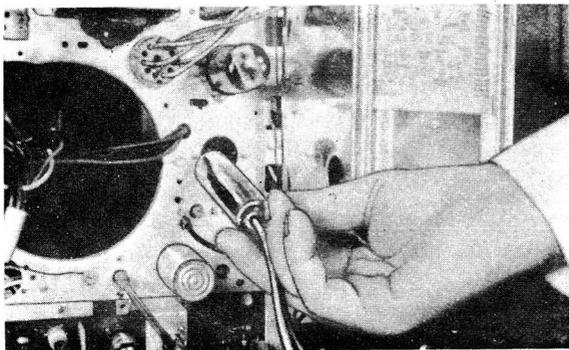
Precaução: A perda de excitação da válvula de saída horizontal pode sobreaquecê-la ou danificá-la em receptores que dependem exclusivamente da polarização desenvolvida pelo sinal para obter um ponto de operação adequado para a válvula. Portanto, a válvula osciladora e a válvula de saída horizontal devem ambas ser retiradas nesses receptores.

Como Verificar a Tensão de Excitação para a Válvula de Saída Horizontal

Equipamento: Ponta investigadora de sinais.

Ligações Necessárias: Ligue a ponta de prova ao medidor. Retire a válvula de saída horizontal (somente em receptores do tipo com transformador). Aplique a ponta de prova entre o terminal de grade do soquete e massa.

Procedimento: Opere o instrumento na função de tensão C.C. e observe a leitura.

Avaliação dos Resultados: Uma leitura típica de 20 volts é normalmente obtida quando uma ponta de prova de meia onda e um V.O.M. de 20.000 ohms-por-volt forem usados. Uma ponta de prova de onda completa e um V.E. permitem verificar a tensão pico-a-pico de uma forma de onda de excitação em confronto com o valor especificado na literatura de manutenção do receptor.

Verificando a excitação da válvula de saída horizontal.

U63

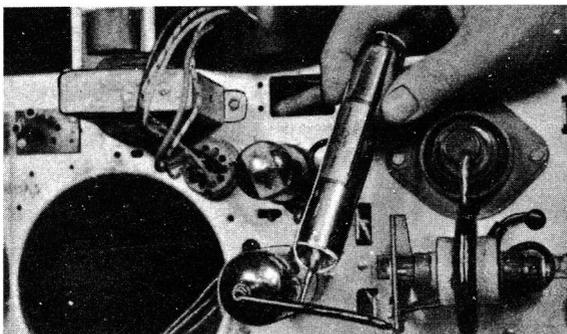
Como Verificar a Presença da Tensão de Saída Horizontal

Equipamento: Ponta investigadora de sinais.

Ligações Necessárias: Introduza o cabo de saída da ponta de prova no receptáculo do instrumento. Encoste o estilete

da ponta de prova a meia altura do invólucro de vidro da válvula de saída horizontal. Ligue o lide de retorno da ponta de prova à massa.

Procedimento: Opere o medidor em suas escalas de tensão C.C. Observe a indicação da escala.

Avaliação dos Resultados: Um estágio de saída horizontal operando normalmente indicará aproximadamente 2 volts num V.O.M. de 20.000 ohms-por-volt quando for usada uma ponta de prova de meia onda. Indicações mais altas são obtidas com um V.E. e com uma ponta de prova de onda completa. Uma indicação nula mostra que não há tensão de saída.

Verificando a presença de tensão de saída horizontal.

U64

Como Medir o Ganho de um Amplificador de Áudio em Decibéis

Equipamento: Oscilador de áudio.

Ligações Necessárias: Aplique a saída do oscilador de áudio à entrada do amplificador. Ligue o V.O.M. ou V.E., primeiro sobre a impedância de carga de entrada e depois sobre a impedância de carga de saída. (Se houver tensão C.C. presente, veja Uso 65.)

Procedimento: Aplique um sinal abaixo do nível de sobrecarga ao amplificador. Anote as leituras na escala de decibéis tanto na entrada como na saída do amplificador.

Avaliação dos Resultados: Corrija as medidas para os valores das impedâncias de carga, a menos que o medidor esteja ligado a um valor de impedância de carga para o qual a escala de decibéis esteja calibrada (veja nota 49). Depois, subtraia a leitura de entrada da leitura de saída para obter o ganho em decibéis.

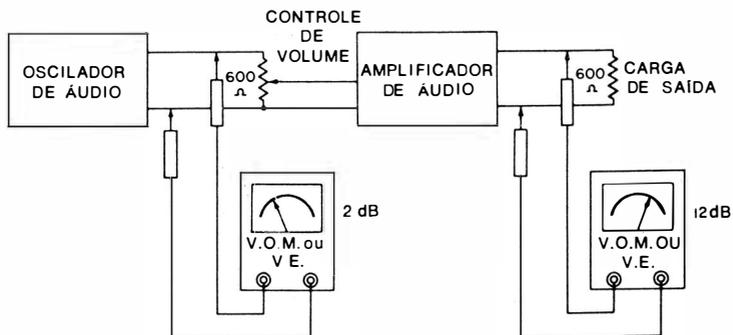
NOTA 47

O Decibel é Proporcional à Resposta do Ouvido

É útil medir perdas e ganhos em decibéis porque a unidade dB é proporcional à resposta do ouvido, enquanto que as unidades de tensão não o são. As unidades expressas em decibéis são baseadas em níveis de potência e são aditivas e subtrativas. Assim, se tomarmos uma perda de 20 dB num controle de volume e se temos um ganho de 30 dB num ampli-

ficador que o segue, o ganho do sistema será 10 dB. Note que um ganho de 6 dB é considerado como "cerca de duas vezes mais alto" que o nível original. Da mesma forma, uma perda de 6 dB é considerada "cerca de metade do volume" do nível original. As medidas de dB num voltímetro só fornecem valores corretos quando as medições são feitas sobre o valor de impedância de carga para o qual as escalas de dB tenham sido calibradas (veja Nota 49). Um exemplo de uma verificação em dB sobre cargas de 600 ohms com instrumentos calibrados para medir dB sobre 600 ohms é dada na ilustração seguinte. Com o oscilador de áudio fornecendo um nível de sinal de 2 dB ao controle de volume de 600 ohms, e o amplificador entregando o nível de sinal de 12 dB à carga de 600 ohms, o ganho do amplificador é 10 dB.

Muitos V.O.M. e V.E. têm somente uma escala de dB, a qual está normalmente calibrada para operação na mais baixa escala de tensão C.A. Assim é que, quando o medidor é operado numa escala de tensão C.A. mais alta, você deve adicionar um número adequado de dB à leitura da escala. O número de dB a ser adicionado estará anotado no mostrador do medidor ou no manual de instruções do instrumento.

NOTA: Embora dois medidores sejam mostrados nesta e nas ilustrações seguintes, deverá ser entendido que apenas um medidor é necessário e os lides de prova são simplesmente ligados aos diferentes pontos. Dois medidores são mostrados para apresentar as leituras obtidas em cada ponto.

Montagem para prova.

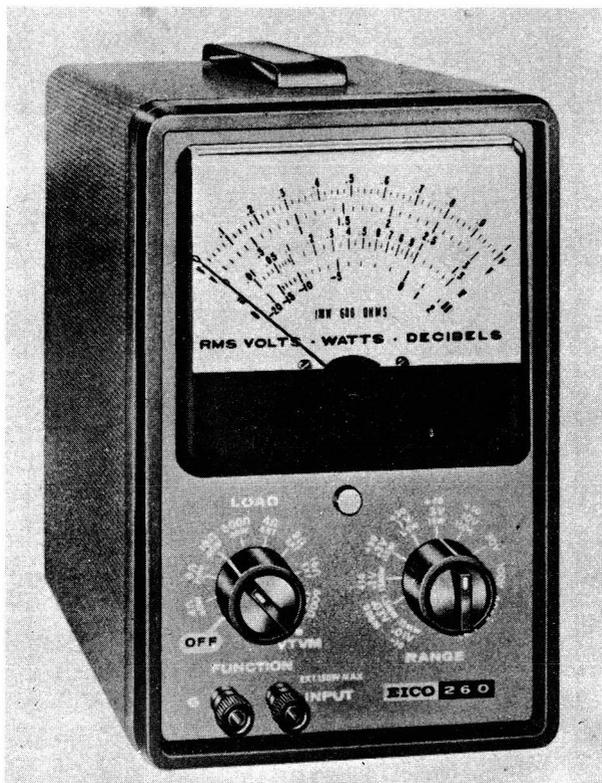
RELAÇÃO ENTRE POTÊNCIAS	RELAÇÃO ENTRE TENSÕES	dB − ← + →	RELAÇÃO ENTRE TENSÕES	RELAÇÃO ENTRE POTÊNCIAS
1,000	1,0000	0	1,000	1,000
0,9772	0,9886	0,1	1,012	1,023
0,9550	0,9772	0,2	1,023	1,047
0,9333	0,9661	0,3	1,035	1,072
0,9120	0,9550	0,4	1,047	1,096
0,8913	0,9441	0,5	1,059	1,122
0,8710	0,9333	0,6	1,072	1,148
0,8511	0,9226	0,7	1,084	1,175
0,8318	0,9120	0,8	1,096	1,202
0,8128	0,9016	0,9	1,109	1,230
0,7943	0,8913	1,0	1,122	1,259
0,6310	0,7943	2,0	1,259	1,585
0,5012	0,7079	3,0	1,413	1,995
0,3981	0,6310	4,0	1,585	2,512
0,3162	0,5623	5,0	1,778	3,162
0,2512	0,5012	6,0	1,995	3,981
0,1995	0,4467	7,0	2,239	5,012
0,1585	0,3981	8,0	2,512	6,310
0,1259	0,3548	9,0	2,818	7,943
0,10000	0,3162	10,0	3,162	10,00
0,07943	0,2818	11,0	3,548	12,59
0,06310	0,2512	12,0	3,981	15,85
0,05012	0,2293	13,0	4,467	19,95
0,03981	0,1995	14,0	5,012	25,12
0,03162	0,1778	15,0	5,623	31,62
0,02512	0,1585	16,0	6,310	39,81
0,01995	0,1413	17,0	7,079	50,12
0,01585	0,1259	18,0	7,943	63,10
0,01259	0,1122	19,0	8,913	79,43
0,01000	0,1000	20,0	10,000	100,00
10^{-3}	$3,162 \times 10^{-2}$	30,0	$3,162 \times 10$	10^{3}
10^{-4}	10^{-2}	40,0	10^{2}	10^{4}
10^{-5}	$3,162 \times 10^{-3}$	50,0	$3,162 \times 10^{2}$	10^{5}
10^{-6}	10^{-3}	60,0	10^{3}	10^{6}
10^{-7}	$3,162 \times 10^{-4}$	70,0	$3,162 \times 10^{3}$	10^{7}
10^{-8}	10^{-4}	80,0	10^{4}	10^{8}
10^{-9}	$3,162 \times 10^{-5}$	90,0	$3,162 \times 10^{4}$	10^{9}
10^{-10}	10^{-5}	100,0	10^{5}	10^{10}

dB expressos como relações entre potências e entre tensões (ou correntes).

NOTA 48

Uma Forma de Onda Distorcida pode Causar Medidas Inexatas em dB

Uma boa forma de onda é essencial para medidas precisas em decibéis. Por exemplo, se um oscilador de áudio fornece uma forma de onda perfeita a um amplificador que por sua vez introduz distorção harmônica, a medida do ganho em dB será incorreta. As mesmas considerações de erro introduzido pela forma de onda discutida para medidas de tensão C.A. aplicam-se a medidas em dB.

Note que alguns voltímetros C.A. também indicam valores de potência e dB, como o que é visto na ilustração abaixo. Com este tipo de medidor, você pode medir dB seja em termos de relações de tensão, seja em relações de potência. A tabela seguinte mostra o número de dB correspondente às várias relações de potência.

Medidor de C.A. típico para volts, watts e dB.

Relações de potência expressas em +dB

RELAÇÃO DE POTÊNCIAS	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	0,000	0,414	0,792	1,139	1,461	1,761	2,041	2,304	2,553	2,788
2	3,010	3,222	3,424	3,617	3,802	3,979	4,150	4,314	4,472	4,624
3	4,771	4,914	5,051	5,185	5,315	5,441	5,563	5,682	5,798	5,911
4	6,021	6,128	6,232	6,335	6,435	6,532	6,628	6,721	6,812	6,902
5	6,990	7,076	7,160	7,243	7,324	7,404	7,482	7,559	7,634	7,709
6	7,782	7,853	7,924	7,993	8,062	8,129	8,195	8,261	8,325	8,388
7	8,451	8,513	8,573	8,633	8,692	8,751	8,808	8,865	8,921	8,976
8	9,031	9,085	9,138	9,191	9,243	9,294	9,345	9,395	9,445	9,494
9	9,542	9,590	9,638	9,685	9,731	9,777	9,823	9,868	9,912	9,956

Para relações de potência entre 0,01 e 0,099, use a tabela acima para obter os dB para 100 vezes a relação e subtraia 20 dB.

Para relações de potência entre 0,1 e 0,99, use a tabela acima para obter os dB para 10 vezes a relação e subtraia 10 dB.

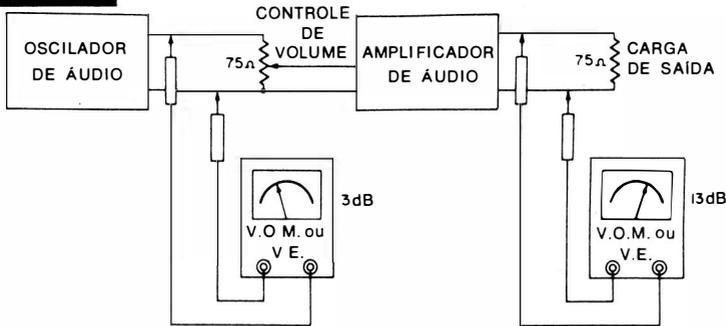
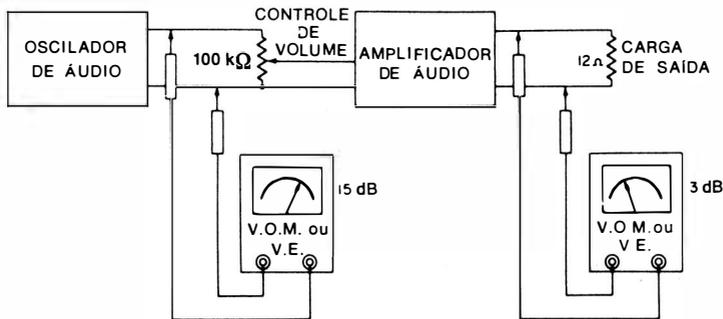
Para relações de potência entre 1 e 9,9, use a tabela acima diretamente.

Para relações de potência entre 10 e 99, use a tabela acima para obter os dB para 1/10 da relação e adicione 10 dB.

Para relações de potência entre 100 e 990, use a tabela acima para obter os dB para 1/100 da relação e adicione 20 dB.

NOTA 49

Medidas em dB sobre Diferentes Valores de Impedância de Carga

Quando medir níveis em dB sobre impedâncias diferentes daquela para a qual a escala de dB do medidor foi calibrada, você deve distinguir duas situações importantes: (1) Se as impedâncias são **diferentes** do valor de **referência** do medidor, mas são **iguais** em valor, podemos observar as leituras da escala e achar o ganho ou perda em dB tomando a diferença entre as duas leituras. A impedância de referência do medidor para leituras em dB deve ser 600 ohms. Se as impedâncias de entrada e de saída de um amplificador forem ambas de 75 ohms, podemos ainda usar o medidor projetado para uma impedância de 600 ohms. Isto é mostrado em A na ilustração seguinte. Nem o algarismo de 3 dB nem o de 13 dB são corretos se tomados isoladamente, mas a diferença de 10 dB é correta porque as leituras foram obtidas sobre impedâncias iguais. Portanto, neste exemplo, o ganho do amplificador é 10 dB. (2) Por outro lado, se as impedâncias diferem do valor de referência do medidor e são **desiguais** entre si, como mostrado em B, o número de dB que representa a diferença **não é correto.** Aqui, a primeira medida é feita sobre 100.000 ohms e a segunda medida é feita sobre 12 ohms. Existe um **ganho** no amplificador, embora as leituras indiquem uma **perda** de 12 dB. Este é um dos principais enganos que os principiantes cometem quando medindo valores em dB com um voltímetro. Você precisa usar logaritmos para converter as quantidades obtidas com impedâncias desiguais para quantidades e ganhos utilizáveis.

(A) Impedâncias iguais.

(B) Impedâncias desiguais.

Montagem para prova.

NOTA 50

Níveis de dB Relativos e Absolutos

Deve ser feita uma distinção entre os níveis de dB **relativo** e **absoluto.** Uma escala de dB tem um certo nível arbitrariamente escolhido como zero dB. Este nível de zero dB pode ser 1 miliwatt sobre 600 ohms ou 6 miliwatts sobre 500 ohms — não faz diferença. Todos os valores em dB abaixo do nível de referência são tomados como negativos, e todos os valores de dB acima do nível de referência são tomados como positivos. Freqüentemente, algarismos vermelhos e pretos são usados na escala de dB para chamar a atenção para a mudança de sinal. Precisamos usar o sinal apropriado quando comparando níveis de dB nos diferentes extremos da escala. Se tomarmos valores em dB sobre uma impedância cujo valor seja igual ao valor de referência do medidor, poderemos usar uma tabela adequada para converter a leitura em dB para um valor em potência. Esta é uma leitura em dB **absoluta,** e corresponde a um valor de potência definido. Por outro lado, se lermos valores em dB sobre cargas de 1.000 ohms, por exemplo, com um medidor calibrado para uma carga de 500 ohms, as leituras absolutas na escala de dB **não** serão corretas; mas se tomarmos um **par** de leituras sobre cargas de 1.000 ohms, podemos achar a **diferença** entre estas leituras, e ela será o verdadeiro número de dB **entre** os dois níveis. Este é um exemplo de leituras **relativas** em dB.

O gráfico abaixo mostrado pode ser usado para determinar valores de dBm correspondentes a valores de tensão C.A. eficaz sobre uma carga resistiva de 600 ohms. Um valor dBm é definido como o número de decibéis acima ou abaixo de um nível de referência de 1 miliwatt sobre 600 ohms a 1.000 Hz. Zero dBm, portanto, definirá um nível de potência de 1 miliwatt; 10 dBm, 10 miliwatts; e 20 dBm, 100 miliwatts. O gráfico proporciona rápida conversão de tensões eficazes para correspondentes valores dBm. Os níveis de potência associados podem ser lidos ao longo do topo do gráfico. Se a tensão eficaz é medida sobre carga resistiva diferente de 600 ohms, os fatores de correção dados abaixo na tabela devem ser somados algebricamente aos valores em dBm lidos no gráfico. Para cargas resistivas não dadas na tabela, a fórmula seguinte deve ser usada para determinação do fator de correção:

$$\text{Fator de Correção} = 1 - \log \frac{600}{R}$$

onde R é a carga em ohms. Se R for maior do que 600 ohms, o fator de correção será negativo.

Uma vez que o dBm é definido em relação a uma carga de 600 ohms, os níveis de potência correspondem a valores de tensão. Os dBm podem ser medidos em termos de tensões eficazes sobre carga resistiva de 600 ohms. Por exemplo, 0,775 volt eficaz indica 0 dBm; 7,75 volts eficazes indicam 20 dBm. Estas medidas precisam ser feitas com uma onda senoidal para evitar erro de forma de onda. Note que o decibel tem em 1.000 Hz sua mais próxima correspondência à resposta do ouvido.

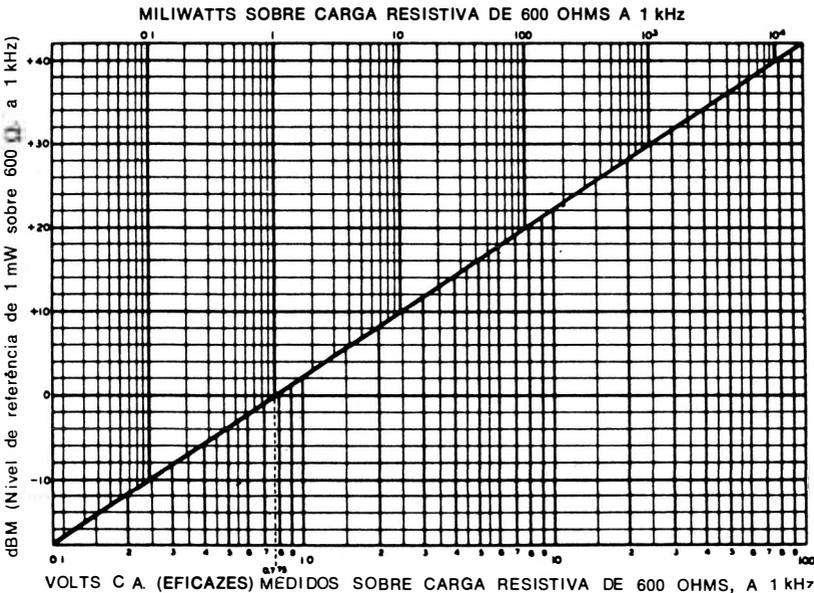



Gráfico para conversão de tensões eficazes para valores expressos em dBm.

CARGA RESISTIVA A 1 kHz	dBM*
600	0
500	+ 0,8
300	+ 3,0
250	+ 3,8
150	+ 6,0
50	+10,8
15	+16,0
8	+18,8
3,2	+22,7

* dBM É O INCREMENTO A SER SOMADO ALGEBRICAMENTE AO VALOR dBM LIDO NO GRÁFICO.

NOTA 51

Medidas em dB sobre Cargas Reativas

Algumas vezes medimos dB sobre impedâncias que são reativas ao mesmo tempo que resistivas. Em outras palavras, a carga pode conter capacitância ou indutância, além de resistência. Se assim for, a leitura em dB e sua potência correspondente não indicam potência **real** somente, mas uma combinação de potência real e potência reativa. Geralmente estamos interessados na potência real apenas. Por isso, as medidas em dB são mais significativas quando feitas sobre cargas resistivas. Vamos tomar um exemplo extremo para esclarecer este ponto. Suponhamos que temos um amplificador de áudio terminado numa carga de 500 ohms constituída por um capacitor fixo. Se fizermos a medição sobre o capacitor com um medidor calibrado para ler dB em 500 ohms, encontraremos uma indicação em dB que por sua vez corresponde a uma potência de — digamos — 2 watts. Entretanto, esta é uma potência **reativa,** que não produz trabalho utilizável. Não há saída de potência real no amplificador — ele não produz trabalho utilizável exceto para entregar 2 watts de potência ao capacitor, o qual por sua vez devolve 2 watts para a válvula amplificadora. Na maior parte dos casos as cargas são substancialmente resistivas com uma certa quantidade de reatância, que comumente desprezamos. Admitimos, para fins práticos, que um transformador de saída e um alto-falante são componentes de circuito puramente resistivos.

Como Medir Tensões ou Decibéis Quando Existe Tensão C.C. Presente

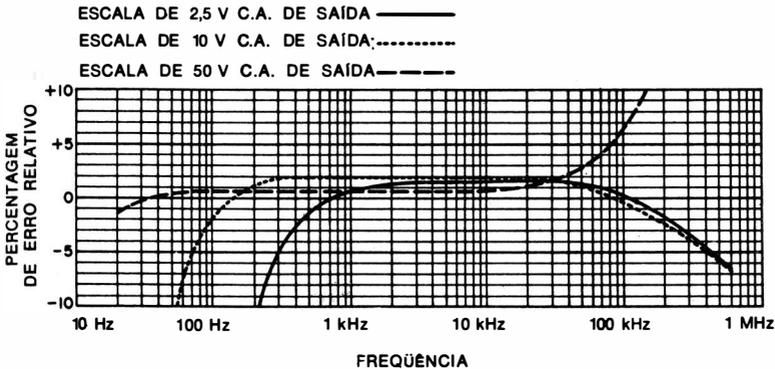
Equipamento: Nenhum (pode ser necessário um capacitor de bloqueio de valor elevado)

Ligações Necessárias: Ligue os lides de prova ao ponto a testar. (Se um capacitor de bloqueio for usado, ligue-o em

série com um dos lides de prova do V.O.M.)

Procedimento: Opere o V.O.M. na função Saída ("Output"). Note a indicação de tensão na escala C.A. Se a freqüência for baixa, insira o capacitor de bloqueio em série e opere o medidor em sua função tensão C.A.

Avaliação dos Resultados: Um V.O.M. contém um capacitor de bloqueio interno para evitar que a corrente C.C. flua através do instrumento. Este capacitor deixa passar somente a tensão C.A. que está presente. O capacitor de bloqueio interno pode ter um valor de 0,1 a 1 μF, dependendo do tipo de V.O.M. Em baixas freqüências, o capacitor de bloqueio tem uma reatância apreciável e reduz o valor aparente da tensão C.A. Portanto, um capacitor de bloqueio maior é necessário; e o medidor deve ser operado em sua função tensão C.A. se se deseja obter uma leitura precisa.

Note que a tensão de saída contém exclusivamente a componente C.A. numa forma de onda C.C. pulsada. Isto ocorre comumente em circuitos amplificadores a válvula ou transistor. Como anteriormente mencionado, o valor do capacitor de bloqueio limita a resposta de baixas freqüências, como mostrado para um V.O.M. típico no gráfico abaixo. Embora o extremo inferior de baixas freqüências da resposta do medidor seja o mais afetado, o capacitor de bloqueio também impõe um pequeno erro na região média. Isto ocorre porque o movimento do medidor é indutivo. Assim, o capacitor de bloqueio tende a formar um circuito ressonante com a bobina móvel e seus circuitos associados. Em contrapartida, há um acréscimo de tensão perceptível através do enrolamento da bobina na faixa média.

Precisão das medidas de saída com um V.O.M. típico.

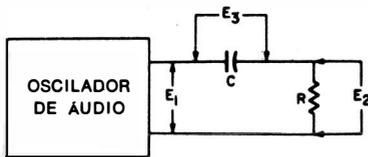
Como Determinar se a Saída de um Oscilador de Áudio Contém Harmônicos

Equipamento: Capacitor, resistor e oscilador de áudio.

Ligações Necessárias: Ligue o capacitor e o resistor em série à saída do oscilador de áudio, como mostrado. (Escolha valores de R e C que dêem aproximadamente os mesmos valores de tensão em E_2 e E_3.) Aplique o voltímetro C.A. à saída do oscilador de áudio, depois sobre o capacitor, e finalmente sobre o resistor.

Procedimento: Anote as leituras de tensão em cada uma das três medições.

Avaliação dos Resultados: Façamos cada volt representar um certo comprimento, e desenhemos um gráfico como mostrado na ilustração. E_2 e E_3 são desenhados em ângulo reto. O comprimento de E_1 será igual à diagonal do retângulo se não houver harmônicos presentes na fonte de tensão.

Se for usado um V.E., ocorrerá menor carga sobre o circuito. Entretanto, ambos os lados da saída do oscilador de áudio devem ficar isolados da massa, ou o lide de massa do V.E. carregará o circuito na medida de E_3.

Montagem para prova.

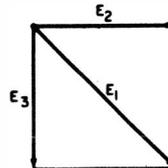



Diagrama das tensões.

NOTA 52

Teoria da Prova de Distorção

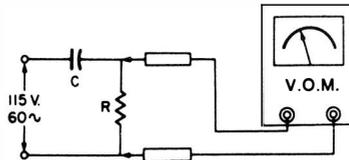
O princípio de funcionamento da prova explanada no Uso 66 é que um capacitor tem reatância mais baixa para as freqüências mais altas e ocasiona um deslocamento de fase diferente em diferentes freqüências. Por exemplo, se aplicarmos uma onda quadrada em vez de uma onda senoidal ao circuito série RC, E_2 tornar-se-á um pequeno pulso de tensão e E_3 tornar-se-á um dente-de-serra distorcido. Portanto, E_1, E_2 e E_3 não formarão um retângulo.

Como Medir Valores de Capacitância de 0,001 até 1 μF (V.O.M.)

Equipamento: Resistores de 2.960 ohms e 231 ohms.

Ligações Necessárias: Ligue em série o resistor e o capacitor sob prova. (Nota: Para valores de capacitância de 0,001 a 0,01 μF, nenhum resistor é usado.) Ligue o instrumento sobre o resistor (ou do capacitor para o lado oposto da rede). Energize o capacitor e o resistor em uma tomada da rede de alimentação de 115 volts, 60 Hz.

Procedimento: Anote a leitura na escala C.A. e determine o valor da capacitância consultando a tabela seguinte. Esta tabela é para voltímetro C.A. tendo uma sensibilidade de 1.000 ohms-por-volt e operado somente na escala de 10 volts. Para V.O.M. com outras sensibilidades de tensão C.A. ou para operação em outras escalas, faça uma nova tabela. Use capacitores de baixa tolerância ao fazer a nova tabela.

Montagem para prova.

Precaução: Use uma escala maior que 115 volts para fazer a prova inicial. Isto protegerá o medidor se o capacitor sob prova estiver em curto-circuito.

Leituras Obtidas para Diferentes Valores de Capacitores

VALOR DO CAPACITOR (μF)	MEDIDA APROXIMADA (VOLTS C.A.)	VALOR DO CAPACITOR (μF)	MEDIDA APROXIMADA (VOLTS C.A.)	VALOR DO CAPACITOR (μF)	MEDIDA APROXIMADA (VOLTS C.A.)
0,001	0,6	0,01	1	0,1	1
0,002	1,1	0,02	2	0,2	2
0,003	1,5	0,03	3	0,3	3
0,004	1,9	0,04	4	0,4	4
0,005	2,5	0,05	5	0,5	5
0,006	3,0	0,06	6	0,6	6
0,007	3,6	0,07	7	0,7	7
0,008	4,0	0,08	8	0,8	8
0,009	4,4	0,09	9	0,9	9
0,01	4,8	0,1	10	1,0	10
R = ∞		R = 2.960 Ω		R = 231 Ω	

Como Medir a Capacitância de um Capacitor Eletrolítico

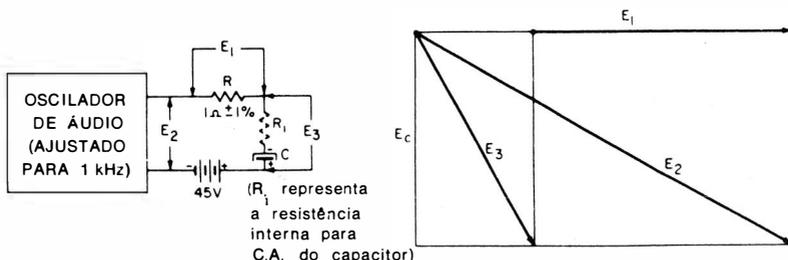
Equipamento: Pilha, oscilador de áudio e resistor de precisão de 1 ohm.

Ligações Necessárias: Ligue os componentes como mostrado. (A pilha de 45 volts fornece a tensão de polarização.) Ligue o voltímetro C.A. sucessivamente à saída do oscilador de áudio, sobre o resistor e sobre o capacitor.

Procedimento: Ajuste o oscilador de áudio para 1.000 Hz e anote as leituras de tensões C.A. obtidas. (Se for encontrada tensão C.C. sobre R, use a função Saída ("Output") do medidor para medir valores de tensão C.A.)

Avaliação dos Resultados: Façamos cada volt representar um certo comprimento e tracemos um retângulo, como mostrado. Se o oscilador de áudio for operado em 1.000 Hz, o valor da capacitância é encontrado pela fórmula:

$$C = \frac{E_1}{6\,280\,E_C}$$

Um V.E. para C.A. proporcionará uma precisão ligeiramente melhor caso haja C.C. presente sobre o resistor R. A razão é que, na função "saída", muitos V.O.M. usam um capacitor de bloqueio de 0,1 µF que alimenta uma rede de 5.000 ohms-por-volt. Um V.E., por outro lado, requer pequena corrente de sinal.

Montagem para prova. Diagrama das tensões.

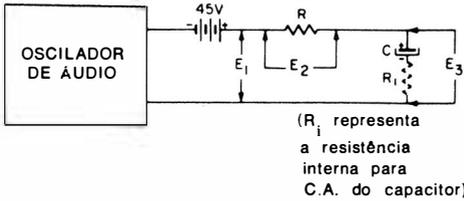
Como Medir o Fator de Potência de um Capacitor Eletrolítico

Equipamento: Resistor, pilha e oscilador de áudio.

Ligações Necessárias: Ligue os componentes conforme mostrado. (A pilha de 45 volts fornece a tensão de polarização.) Ligue o voltímetro C.A. sucessivamente à saída do oscilador de áudio, sobre o resistor, e sobre o capacitor eletrolítico.

Procedimento: Anote as leituras de tensão C.A. nas três provas. (Se uma queda de tensão C.C. existir sobre R, opere o instrumento na função "saída".)

Avaliação dos Resultados: Combine as três tensões (representadas como segmentos de retas) num retângulo, conforme mostrado. Isto nos dá um certo comprimento para X. Divida X por E_3 para obter o fator de potência do capacitor eletrolítico.

Obtém-se um teste mais preciso com um V.E. de C.A. do que com um V.O.M. O V.E. drena menos corrente e assim carrega menos o circuito sob prova.

Montagem para prova.

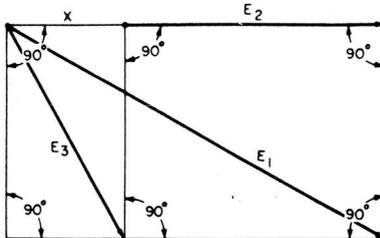



Diagrama das tensões.

NOTA 53

Um Capacitor "Perfeito" Tem Fator de Potência Igual a Zero

Um capacitor ideal tem um fator de potência zero. Um capacitor com fator de potência maior do que zero pode ser representado por uma capacitância em série com uma resistência. Este é o fundamento do teste explanado no Uso 69. Um capacitor ideal devolve toda a sua carga ao circuito excitador. Um capacitor de qualidade inferior consome potência internamente, e esta potência consumida não é devolvida ao circuito. Um capacitor com fuga é equivalente a uma capacitância em paralelo com uma resistência. Isto também ocasiona um fator de potência diferente de zero. Nesta prova, a fuga é tratada como uma resistência série equivalente. Entretanto, podemos medir a fuga separadamente fazendo um teste de tensão C.C. através de R. A lei de Ohm nos diz então o valor da resistência de fuga.

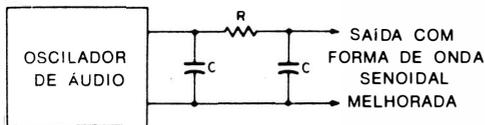
NOTA 54

Discrepâncias em Medidas de Tensão C.A.

Algumas vezes encontram-se discrepâncias em medidas de tensão C.A. Elas aparecem quando uma forma de onda supostamente senoidal contém harmônicos pares e se evidenciam como mudança na leitura de tensão C.A. quando os lides de prova são invertidos. Pode-se fazer um teste de discrepância causada por harmônicos com qualquer tipo de retificador de meia onda. O retificador de meia onda pode estar dentro de um V.O.M. ou pode ser externo, numa ponta investigadora de sinais, por exemplo. Por outro lado, note cuidadosamente que você não pode verificar a discrepância com uma ponta de onda completa ou um retificador em ponte de onda completa — o erro devido aos harmônicos pares é cancelado, e em vez disso medimos uma tensão baseada em ambos os semiciclos da forma de onda.

NOTA 55

Como Melhorar a Forma de Onda de um Oscilador de Áudio

Algumas vezes um oscilador de áudio não proporciona uma boa forma de onda porque harmônicos estão presentes. Estes harmônicos causam leituras inexatas de tensão C.A. A forma de onda deficiente de um oscilador de áudio pode ser grandemente melhorada se um filtro RC passa-baixas adequado for usado, como mostrado na ilustração seguinte. Os valores de R e C dependem da freqüência de prova — freqüências baixas pedem maiores valores. Uma boa regra de trabalho é fazer R e C tão grandes quanto possível, compatíveis com a tensão de saída necessária para a aplicação em vista.

Filtro R-C passa-baixas para suprimir harmônicos.

Como Medir a Impedância de um Indutor

Equipamento: Resistor de precisão de 10 ohms e oscilador de áudio.

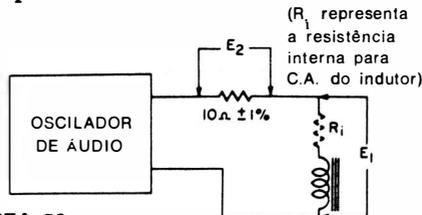
Ligações Necessárias: Ligue o resistor e o indutor em série com a saída do oscilador de áudio. Ligue um voltímetro C.A. sobre o indutor e depois sobre o resistor.

Procedimento: Ajuste o oscilador de áudio para a freqüência de prova desejada, tal como 60 Hz, 400 Hz ou 10.000 Hz. Observe as medidas sobre o indutor e o resistor.

Avaliação dos Resultados: O resistor de 10 ohms produz uma queda de 1 volt para cada 100 mA de corrente. Conseqüentemente, a corrente é igual a 0,1 × E_2. A tensão dividida pela corrente dá a impedância do indutor. Portanto, a impedância do indutor pode ser calculada pela fórmula:

$$Z = \frac{E_1}{0{,}1E_2}$$

Note que o oscilador de áudio que é usado neste tipo de teste deve ter saída suficiente para proporcionar uma queda apreciável de tensão sobre o indutor. Se for utilizado um V.O.M., não haverá dificuldade devida a correntes circulantes no chassi. Por outro lado, se for empregado um V.E., é aconselhável usar um oscilador de áudio que tenha ambos os terminais de saída independentes de massa. Isto reduzirá os erros de medida resultantes de correntes circulantes no chassi (através das fontes de alimentação dos instrumentos). O oscilador de áudio deve também proporcionar boa forma de onda (baixa saída de harmônicos) para reduzir os erros de medida.

Montagem para prova.

NOTA 56

O Ohmímetro Mede a Resistência C.C. de um Indutor — não a Resistência C.A.

Supõe-se freqüentemente que a resistência C.A. de um indutor pode ser medida com um ohmímetro C.C. Muitas vezes, a resistência C.A. é consideravelmente maior que a resistência C.C. por causa das perdas no ferro e correntes circulantes no cobre. Estas perdas geralmente aumentam à medida que a freqüência sobe. Por isso, a resistência C.A. de um indutor não pode ser medida com precisão exceto com provadores C.A. adequados.

Como Medir Reatância Indutiva e Indutância

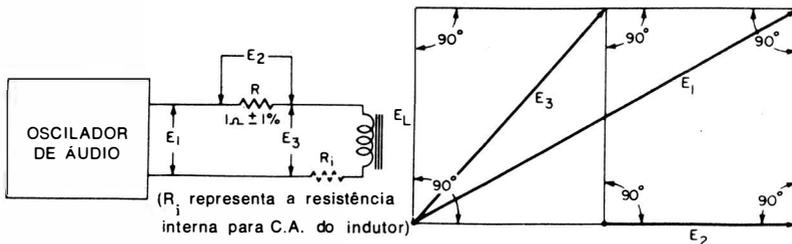
Equipamento: Resistor de precisão de 1 ohm e oscilador de áudio.

Ligações Necessárias: Ligue à saída do oscilador de áudio o resistor e a bobina em série. Ligue um voltímetro C.A. sucessivamente à saída do oscilador de áudio, sobre o resistor e sobre a bobina.

Procedimento: Observe as leituras de tensão C.A. nos três testes. Opere o oscilador de áudio numa freqüência de fHz.

Avaliação dos Resultados: Represente as tensões por segmentos de retas. Combine-as num retângulo como mostrado no diagrama. O comprimento da reta E_L é a tensão através da reatância indutiva. Podemos calcular a reatância indutiva em ohms dividindo E_L por E_2. Podemos calcular a indutância em henries dividindo E_L por $6{,}28fE_2$.

Montagem para prova. Diagrama das tensões.

U72

Como Medir o Fator de Potência de uma Bobina

Equipamento: Resistor de precisão de 1 ohm e oscilador de áudio.

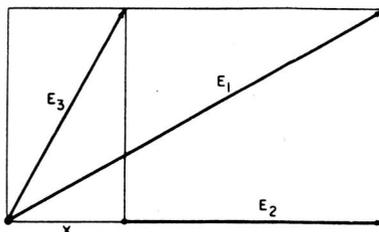
Ligações Necessárias: Ligue à saída do oscilador de áudio o resistor e a bobina em série. Ligue um voltímetro C.A. sucessivamente à saída do oscilador de áudio, sobre o resistor e sobre a bobina.

Procedimento: Observe as leituras de tensão C.A. nos três testes. Opere o oscilador de áudio numa freqüência de fHz.

Avaliação dos Resultados: Façamos com que cada volt represente uma certa distância e tracemos E_1, E_2 e E_3 de modo

a formar um retângulo como mostrado na ilustração seguinte. Meça o comprimento de X e divida X por E_3 para achar o fator de potência da bobina. Numa bobina "ideal", X é igual a zero; logo, o fator de potência é igual a zero. Por outro lado, se a bobina tem uma indutância muito pequena e uma resistência muito alta, X torna-se quase igual a E_3 e o fator de potência se aproxima de 1.

Diagrama das tensões.

U73

Como Medir a Relação de Espiras de um Transformador (Saída de Áudio, Potência, ou Transformador de Saída Horizontal)

Equipamento: Oscilador de áudio.

Ligações Necessárias: Ligue a saída do oscilador de áudio ao primário do transformador. Aplique um voltímetro C.A. aos terminais do primário do transformador, e depois aos terminais do secundário.

Procedimento: Ajuste o oscilador de áudio para uma freqüência tal como 1.000 Hz, para provar um transformador de saída de áudio; para aproximadamente 60 Hz para um transformador de potência; e para aproximadamente 5.000 Hz para um transformador de saída horizontal. Anote as medidas obtidas nos terminais dos enrolamentos do primário e do secundário.

Avaliação dos Resultados: A relação de espiras entre quaisquer dois enrolamentos é igual à relação entre as tensões medidas através dos enrolamentos.

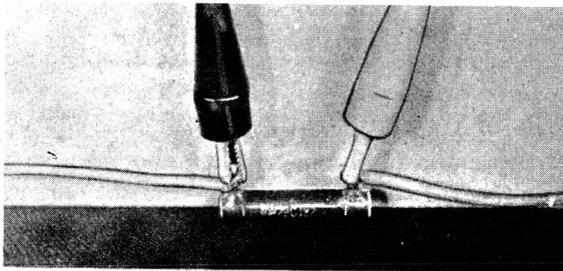
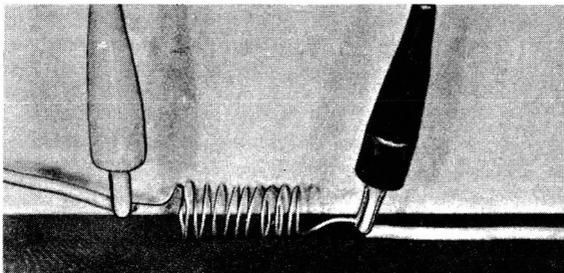
Como Medir o Consumo de Potência de um Receptor de Áudio ou TV (V.O.M. ou V.E.)

Equipamento: Resistor de potência de 1 ohm.

Ligações Necessárias: Ligue o resistor em série com a rede como mostrado nas ilustrações seguintes. Ligue o medidor em paralelo com o resistor.

Procedimento: Opere o medidor em sua função tensão C.A. Ligue o receptor e observe a leitura na escala.

Avaliação dos Resultados: Se o resistor for efetivamente de 1 ohm, uma corrente de 1 ampère causará uma indicação de 1 volt. Portanto, medimos em ampères a corrente consumida pelo receptor. Multiplique esta corrente pela tensão da rede para obter os volt-ampères consumidos pelo receptor.

O número de volt-ampères consumido é geralmente maior que o número de watts usado pelo receptor. A razão é que a impedância de entrada da fonte de alimentação não é puramente resistiva, mas tem uma certa quantidade de reatância. Entretanto, o valor em volt-ampères é geralmente aceito como a potência em watts consumida pelo receptor.

Um resistor de fio comum ligado em série com a rede e o receptor.

Espiral de fio de manganina usada como resistor.

NOTA 57

É Preciso uma Boa Forma de Onda para Medidas Exatas de Potência

A prova descrita no Uso 74 será incorreta se a rede de alimentação não suprir uma boa forma de onda senoidal. Normalmente, a forma de onda da rede de alimentação é razoavelmente boa. Algumas vezes, entretanto, ela é distorcida. Para fazer uma prova de forma de onda, veja o Uso 66. Você pode utilizar o mesmo método para verificar a forma de onda da rede de alimentação. Harmônicos da rede de alimentação, quando presentes, são geralmente ímpares, particularmente o terceiro. Em algumas áreas densamente industrializadas, são também encontrados harmônicos pares nas formas de onda da rede de alimentação.

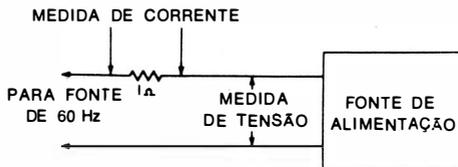
Como Medir a Impedância C.A. de um Circuito

Equipamento: Resistor de potência de 1 ohm.

Ligações Necessárias: Ligue o resistor em série com a rede, como mostrado na ilustração seguinte.

Procedimento: Meça a queda de tensão sobre o resistor e calcule a corrente que o percorre. Em seguida meça a tensão aplicada ao circuito (veja ilustração).

Avaliação dos Resultados: O valor da tensão dividido pelo valor da corrente dá a impedância de entrada do circuito. Este valor de impedância é válido apenas para a freqüência de prova. Em outras freqüências, outros valores de impedâncias serão encontrados.

Montagem para prova.

Como Medir o Fator de Potência da Fonte de Alimentação de um Receptor de Rádio ou TV

Equipamento: Resistor de potência.

Ligações Necessárias: Ligue o resistor de potência em série com a rede e o receptor. Ligue um voltímetro C.A. sucessivamente sobre o resistor de potência, à rede, e à entrada do receptor.

Procedimento: Note os valores de tensão C.A. obtidos nas três ligações acima. Façamos com que cada volt represente uma certa distância. Depois desenhemos E_1, E_2 e E_3 formando um retângulo, como mostrado.

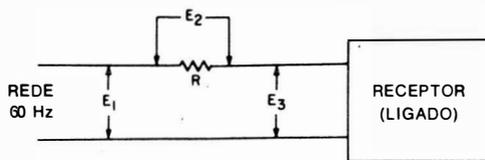
Avaliação dos Resultados: Meça o comprimento de X, e divida o comprimento de X pelo comprimento de E_3. Este é o fator de potência do circuito.

Montagem para prova.

Diagrama das tensões.

NOTA 58

Um Circuito Resistivo Tem Fator de Potência Igual à Unidade

Quando o fator de potência é igual a 1 (quando $X = E_3$), o circuito tem uma entrada puramente resistiva. Por outro lado, quando o fator de potência é igual a zero (quando $X = O$), o circuito tem uma entrada puramente reativa. A maior parte dos circuitos tem uma entrada resistiva e reativa.

NOTA 59

A Medida do Fator de Potência é Inexata se a Forma de Onda for Distorcida

Tenha em mente que o teste descrito no Uso 76 não pode ser feito com exatidão a menos que a tensão da rede tenha uma boa forma de onda senoidal. Os harmônicos na tensão de alimentação podem causar erros surpreendentes. Quando a forma de onda é distorcida, é bem possível ler maior tensão C.A. sobre o resistor do que a tensão da própria rede. Este é um exemplo típico de erro de forma de onda e é ao mesmo tempo surpreendente e desconcertante para o principiante.

Como Verificar a Tensão de Ondulação numa Fonte de Alimentação

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Ligue as pontas de prova do medidor entre a saída da fonte de alimentação e massa.

Procedimento: Se for usado um V.O.M., opere-o na função "saída". Se um V.E. for usado, use a função C.A.

Avaliação dos Resultados: Se for usado um V.E. de pico-a-pico, o valor medido da tensão de ondulação pode ser comparado com a tensão de ondulação especificada na literatura de manutenção do receptor. Por outro lado, um V.O.M. está sujeito ao erro de forma de onda, e um teste comparativo deve ser feito num receptor do mesmo tipo em boas condições de funcionamento.

Como Verificar a Tensão sobre as Bobinas Defletoras Verticais

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Ligue as pontas de prova do V.O.M. aos terminais das bobinas defletoras verticais.

Procedimento: Opere o V.O.M. na função "Saída". De outro modo, o V.O.M. pode ser danificado pela tensão C.C. nas bobinas defletoras verticais.

Avaliação dos Resultados: Uma leitura de vários volts é normalmente obtida. A leitura normal depende do tipo de bobina defletora, tamanho do cinescópio e faixa de tensão. Um teste de comparação pode ser feito com um receptor do mesmo tipo em boas condições de funcionamento.

NOTA 60

Indicações de Tensão de Saída Vertical Típicas num V.O.M.

As indicações de tensão de "Saída" típicas e tensão de deflexão vertical com um V.O.M. de 20.000 ohms-por-volt (sensibilidade de 1.000 ohms-por-volt na função "Saída") são como se segue:

Na escala de 10 volts do V.O.M. .... 4,5 volts
Na escala de 50 volts do V.O.M. .... 7,0 volts

Medidas mais altas são obtidas com um V.O.M. de 100.000 ohms-por-volt (sensibilidade de 5.000 ohms-por-volt na função "Saída"):

Na escala de 8 volts do V.O.M. .... 7,5 volts
Na escala de 40 volts do V.O.M. .... 8,0 volts

Note que alguns V.O.M. de 20.000 ohms-por-volt têm uma sensibilidade de 5.000 ohms-por-volt na função "Saída".

PROVAS EM CORRENTE CONTÍNUA

Como Medir a Corrente de Grade de uma Válvula (V.O.M.)

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Abra o circuito de retorno de grade. Complete o circuito com os lides de prova do V.O.M.

Procedimento: A válvula pode ser provada na condição de sem sinal ou com sinal aplicado. Faça as medições iniciais numa escala de corrente alta para evitar a possibilidade de danificar o V.O.M. Mude progressivamente para escalas de corrente mais baixas, se necessário.

Avaliação dos Resultados: As válvulas que estejam polarizadas adequadamente e que não contenham gás terão valores de corrente de grade muito baixos. Algumas vezes uma válvula produz emissão de grade, o que causa apreciável fluxo de corrente de grade.

NOTA 61

Adaptador para Prova do Tipo de Pino Removível

Para medir a corrente pelo lado de válvula do chassi, use o tipo de adaptador para provas que tem um pino removível entre os grampos de cada terminal. Remova o pino e ligue os lides de prova do medidor entre os grampos.

Como Medir a Dissipação de Grade de Blindagem numa Válvula de Saída

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Abra o lide da grade de blindagem e complete o circuito através do V.O.M. Depois feche o lide da grade de blindagem e ligue o medidor da grade de blindagem para o catodo.

Procedimento: Observe as leituras de corrente e de tensão obtidas.

Avaliação dos Resultados: Multiplique a corrente da grade de blindagem pela tensão para obter a dissipação. Uma vez que a corrente é em ampères e a tensão é em volts, a dissipação da grade será em watts. Verifique o valor da dissipação contra o valor especificado no manual de válvulas.

NOTA 62

Tenha Cuidado ao Ligar o V.O.M. para Medidas de Corrente

Os principiantes devem ser cautelosos quando medirem valores de corrente e **nunca** ligar o miliamperímetro a uma fonte de tensão. Se uma tensão apreciável for aplicada a um miliamperímetro ou microamperímetro, ele queimará instantaneamente. Um medidor de corrente deve sempre ser ligado em série com o circuito em prova. Faça a medição inicial com o V.O.M. em sua escala de corrente mais alta. Depois reduza a escala conforme necessário.

NOTA 63

Um Capacitor de Passagem Protege o Medidor de Corrente Contra Pulsos de C.A.

A dissipação de qualquer eletrodo de uma válvula (placa, grade, etc.) pode ser medida por este método. Se você estiver medindo corrente C.C. num lide que também conduz fortes pulsos de corrente C.A., o V.O.M. deve ser protegido derivando-o com um capacitor de 0,25 μF em paralelo com os lides de prova. O capacitor deriva os pulsos de tensão C.A., mas permite que a corrente C.C. passe através do medidor.

Como Verificar a Uniformidade do Brilho da Trama (V.O.M.)

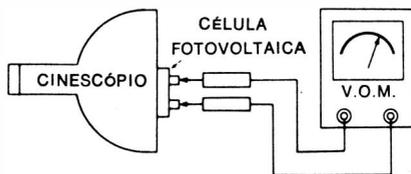
Equipamento: Célula fotovoltaica.

Ligações Necessárias: Ligue os lides de prova do V.O.M. aos terminais da fotovoltaica.

Procedimento: Opere o V.O.M. em sua mais baixa escala de corrente (tal como 50 microampères). Sintonize o receptor para um canal vago. Avance o controle de brilho para um nível considerado normal. Deslize a célula fotelétrica sobre toda a face do cinescópio e observe as leituras do medidor.

Avaliação dos Resultados: Se o cinescópio estiver em boas condições e não houver tensões C.A. espúrias nos eletrodos do cinescópio, a leitura do medidor será praticamente constante em qualquer ponto da trama.

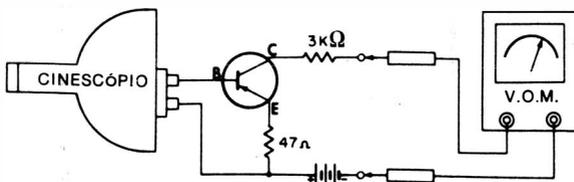
Verificação do brilho da trama.

U82

Como Fazer Provas a Níveis Muito Baixos de Luminosidade

Equipamento: Transistor, resistor de 47 ohms, resistor de 3 kΩ, e pilha de 6 volts.

Ligações Necessárias: Ligue como mostrado na ilustração seguinte.

Procedimento: Opere o V.O.M. em sua mais baixa escala de corrente.

Avaliação dos Resultados: O transistor aumenta a sensibilidade da indicação aproximadamente dez vezes.

Verificação do brilho da trama a baixos níveis de luminosidade.

Como Medir a Corrente de Catodo de uma Válvula de Saída Horizontal (V.O.M.)

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Abra o lide de catodo da válvula de saída. Ligue o medidor aos extremos do lide para completar o circuito de catodo.

Procedimento: Opere o V.O.M. em sua função de corrente C.C.

Avaliação dos Resultados: Ajuste o controle de excitação horizontal para a mínima corrente; reajuste de modo a obter toda a largura de varredura sem que apareçam linhas de sobrexcitação. Ajuste a bobina de linearidade horizontal para um mergulho de corrente ou para a mínima corrente sem distorção da varredura.

U84

Como Verificar o Ajuste da Bobina de Linearidade Horizontal

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Remova o fusível do transformador de saída horizontal. Ligue os lides de prova do V.O.M. aos grampos do porta-fusível.

Procedimento: Use uma escala de corrente adequada (500 mA para receptores a cores). Note as leituras de corrente C.C. Ajuste a bobina de linearidade (ajuste também a bobina de largura em alguns receptores).

Avaliação dos Resultados: O ajuste correto é indicado por uma leitura mínima de corrente.

Como Medir a Corrente Fornecida por uma Fonte de Alimentação

Equipamento: Nenhum.

Ligações Necessárias: Desligue o fio de saída do filtro da fonte de alimentação. Ligue os lides de prova para completar o circuito.

Procedimento: Opere o V.O.M. na função corrente C.C. Note a leitura na escala.

Avaliação dos Resultados: Alguns receptores têm duas ou três saídas de fonte de alimentação. Cada saída é testada separadamente e as medidas somadas para se obter a demanda total de corrente. Note que a demanda depende dos ajustes dos controles do receptor. Também, a demanda em alguns receptores varia bastante durante o aquecimento.

U86

Como Alinhar um Transformador de F.I. para AM

Equipamento: Gerador de sinais e capacitor de 0,1 μF.

Ligações Necessárias: Ligue a saída do gerador de sinais à grade da válvula de F.I. precedendo o transformador a ser alinhado. Se um receptor sem transformador estiver sob prova, ligue um capacitor de 0,1 μF em série com o lide de massa do gerador para o chassi do receptor. Ligue um V.O.M. ou V.E. em paralelo com a bobina móvel do alto-falante.

Procedimento: Se for usado um V.O.M., opere-o na função "Saída". Se um V.E. for usado, opere-o na função "tensão C.A.". Prepare o gerador para saída de R.F. modulada. Sintonize-o para a freqüência de F.I. especificada na literatura de manutenção do receptor (geralmente 455 kHz). Observe outros procedimentos especificados na literatura de manutenção, tais como deixar o capacitor de sintonia do receptor completamente aberto. Ajuste os núcleos (ou os capacitores ajustáveis "trimmers") no transformador de F.I. Use a menor saída possível do gerador para evitar sobrecarga.

Avaliação dos Resultados: Ajuste os núcleos dos transformadores de F.I. (ou os capacitores ajustáveis) para máxima indicação no medidor.

NOTA 64

Eliminando a Modulação de Zumbido do Gerador de Sinais

Em rádios sem transformador, a modulação de zumbido do gerador pode ser incômoda a menos que se use um pequeno capacitor de bloqueio. Por exemplo, use uma capacitor de 0,001 μF no Uso 86 em vez do capacitor de 0,1 μF, se necessário.

Como Medir o Ganho por Estágio de um Amplificador de F.I. para AM

Equipamento: Gerador de sinais e capacitor fixo de 0,1 μF.

Ligações Necessárias: Ligue a saída do gerador de sinais à grade do estágio de F.I. a ser verificada. Se um aparelho sem transformador estiver sendo provado, ligue um capacitor de 0,1 μF em série com o lide de massa do gerador e o chassi do receptor. Ligue um V.O.M. ou V.E. em paralelo com a bobina móvel do alto-falante.

Procedimento: Observe a leitura do medidor. Depois aplique a saída do gerador à grade de F.I. precedente ou subseqüente. Não altere a saída do gerador. Observe novamente a leitura do medidor.

Avaliação dos Resultados: O ganho por estágio é igual à relação entre as duas leituras do medidor. Note que a medida será incorreta se um estágio de F.I. estiver sobrecarregado; portanto, mantenha a saída do gerador de sinais no ponto mais baixo que permita um sinal legível.

U88

Como Alinhar um Transformador de F.I. Superacoplado por meio de Variação da Carga

Equipamento: Gerador de sinais, capacitor de bloqueio, e resistor de 300 ohms.

Ligações Necessárias: As mesmas que para o alinhamento usual de AM. Faça a primeira prova ligando o resistor de 300 ohms em paralelo com o primário do transformador de F.I. Faça o segundo teste desligando o resistor do primário e ligando-o ao secundário do transformador de F.I.

Procedimento: Sintonize o gerador para o centro da faixa de passagem (tal como 455 kHz). Use saída de R.F. modulada. Ajuste o capacitor do secundário quando o resistor estiver ligado ao primário do transformador de F.I. Ajuste o capacitor do primário quando o resistor estiver ligado ao secundário. Finalmente, remova o resistor do transformador.

Avaliação dos Resultados: O deslocamento da carga permite o ajuste correto de transformadores superacoplados por

um simples procedimento de otimização. Um transformador superacoplado (usado para recepção em alta fidelidade) normalmente apresenta duas cristas. Ligando o resistor ao primário o seu Q baixa e transforma a resposta de duas cristas em uma única crista. Assim, o secundário pode ser ajustado para o ponto ótimo na freqüência central. Da mesma forma, ligando o resistor ao secundário pode-se ajustar o primário para resposta ótima na freqüência central. Finalmente, quando o resistor é desligado, o transformador terá sua resposta correta de faixa larga com duas cristas.

NOTA 65

O Método de Variação da Carga Só se Aplica para Transformadores Superacoplados

Quando um amplificador de F.I. usa sintonia escalonada ou é superacoplado e usa sintonia escalonada, o método de variação da carga não pode ser usado. Em vez disso, um método de alinhamento por varredura (com vobulador) é aconselhável.

U89

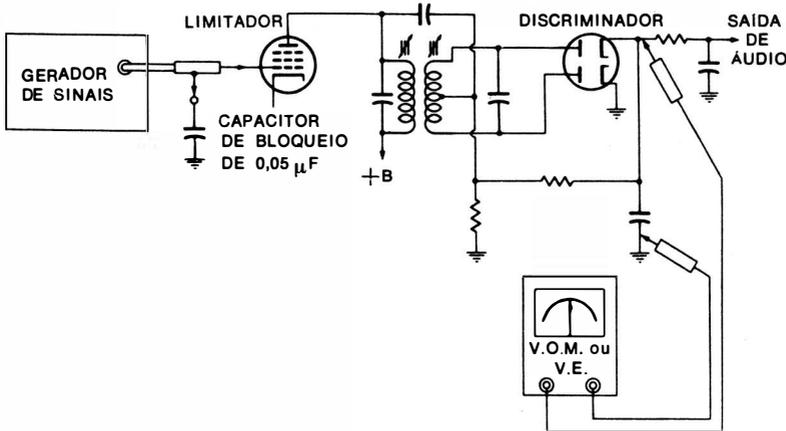
Como Alinhar o Secundário de um Discriminador de FM

Equipamento: Capacitor de bloqueio (cerca de 0,05 μF) e gerador de sinais.

Ligações Necessárias: Ligue o capacitor de bloqueio em série com o lide de massa do gerador. Aplique o sinal do gerador entre a grade da válvula limitadora e massa. Ligue o V.O.M. ou V.E. entre o lide de saída de áudio do discriminador e massa.

Procedimento: Sintonize o gerador de sinais para o centro da freqüência de F.I. (usualmente 10,7 MHz). Opere o V.O.M. ou V.E. na função "volts C.C." Use a saída de R.F. não-modulada do gerador. Ajuste o núcleo do secundário no transformador do discriminador. Observe quaisquer precauções especificadas na literatura de manutenção do receptor.

Avaliação dos Resultados: Sintonize o secundário para uma indicação de tensão zero. Uma leitura positiva e uma ne-

gativa no medidor são obtidas de cada lado do ponto correto de alinhamento.

Montagem para prova.

Como Alinhar o Primário de um Discriminador de FM

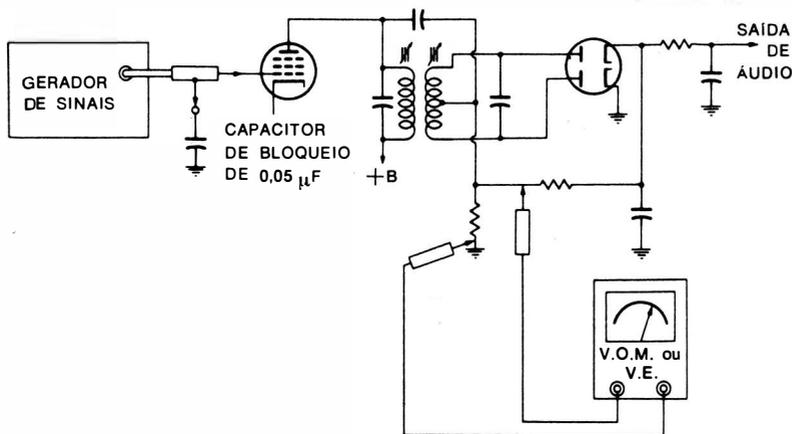
Equipamento: Gerador de sinais e capacitor de bloqueio (cerca de 0,05 μF)

Ligações Necessárias: Ligue o capacitor de bloqueio em série com o lide de massa do gerador. Aplique o sinal do gerador entre a grade da válvula limitadora e massa. Ligue a ponta de prova C.C. do V.E. à derivação central do enrolamento secundário do discriminador.

Procedimento: Observe quaisquer precauções especificadas na literatura de manutenção do receptor, tais como as posições dos controles do receptor. Sintonize o gerador de sinais para a freqüência de F.I. especificada (usualmente 10,7 MHz). Use saída de R.F. não-modulada do gerador. Ajuste o núcleo ou o capacitor do primário do transformador do discriminador. Opere o V.E. na função "volts C.C."

Avaliação dos Resultados: Ajuste o capacitor para máxima leitura no medidor.

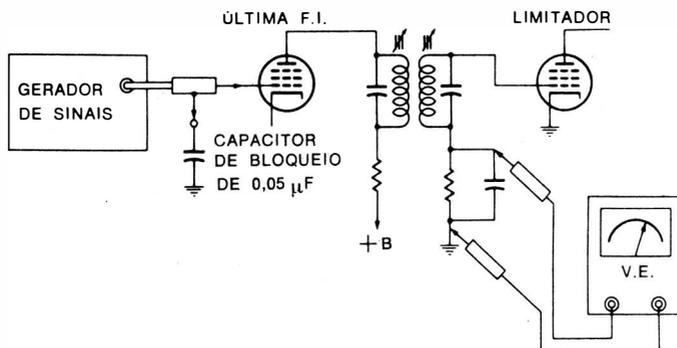
Montagem para prova.

U91

Como Aguçar o Transformador de F.I. para FM

Equipamento: Gerador de sinais e capacitor de bloqueio (cerca de 0,05 μF).

Ligações Necessárias: Ligue o capacitor de bloqueio em série com o lide de massa do gerador. Aplique a saída do gerador entre a grade da válvula de F.I. precedendo o transformador e massa. Ligue a ponta de prova C.C. do V.E. à grade do limitador. Retorne o V.E. à massa.

Procedimento: Observe quaisquer notas especificadas nos dados de manutenção do receptor. Sintonize o gerador de sinais para a freqüência central de F.I. (usualmente 10,7 MHz). Opere o V.E. em sua função "volts C.C." Use a saída de R.F. não-modulada do gerador. Ajuste os núcleos ou capacitores no primário e secundário do transformador.

Avaliação dos Resultados: O aguçamento está correto quando o medidor acusa a indicação máxima na escala de volts C.C.

Montagem para prova.

U92

Como Traçar a Curva de Resposta de um Receptor de FM

Equipamento: Gerador de sinais e papel para gráfico.

Ligações Necessárias: Ligue o cabo de saída do gerador de sinais aos terminais de entrada de antena do receptor. Ligue a ponta de prova C.C. do V.E. à grade do limitador. Retorne o V.E. para massa.

Procedimento: Sintonize o receptor de F.M. para o canal desejado. Faça uma escala de freqüências adequada no papel do gráfico. Em ângulo reto, organize uma escala apropriada para leituras de tensão. Sintonize o gerador ao longo da faixa de passagem do receptor e anote as leituras de tensão em um número suficiente de freqüências para obter a forma da curva de resposta.

Avaliação dos Resultados: Compare a curva de resposta traçada com a curva especificada na literatura de manutenção do receptor.

A menos que o cabo de saída do gerador de sinais seja corretamente terminado, a saída do gerador pode variar bastante ao longo da faixa de passagem para ocasionar um traçado errôneo da curva. Ondas estacionárias no cabo do gerador causarão esta variação na saída.

Como Aguçar um Amplificador de F.I. para TV

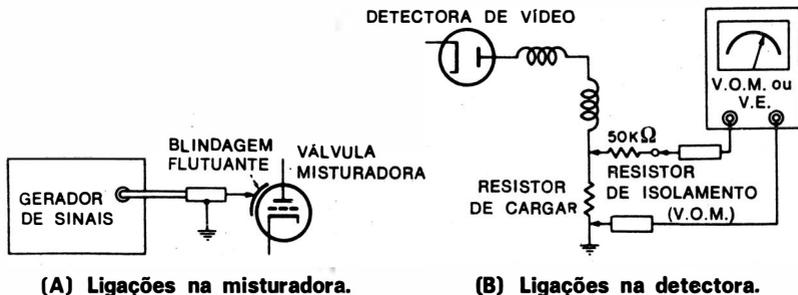
Equipamento: Gerador de sinais e fonte de polarização para C.A.G. (Se for usado um V.O.M., deve-se inserir um resistor de 50.000 ohms em série com o lide "vivo" do medidor.)

Ligações Necessárias: Aplique a saída do gerador de sinais a uma blindagem flutuante sobre a válvula misturadora (uma blindagem flutuante é uma blindagem isolada do chassi). Ligue a saída da fonte de polarização para a linha de C.A.G. de F.I. Ligue o V.O.M. através do resistor de isolamento de 50 kΩ ao resistor de carga do detector de vídeo. Se for usado um V.E., não é necessário o resistor de isolamento.

Procedimento: Use cerca de —3 volts de polarização de C.A.G. Torne o oscilador local inoperante desligando o pino de grade ou de placa do soquete da válvula. Sintonize o gerador para a freqüência ótima, conforme especificado na literatura de manutenção do receptor. Opere o medidor na função "tensão C.C." Gire o núcleo da bobina de F.I. até que o medidor indique o valor máximo. Repita o procedimento para cada estágio de F.I.

Avaliação dos Resultados: Quando a leitura do medidor é máxima, o estágio está otimizado para a freqüência do gerador, independentemente da sintonia dos outros estágios de F.I.

(A) Ligações na misturadora. **(B) Ligações na detectora.**

(C) Ligações na linha de C.A.G.

Montagem para prova.

NOTA 66

O Aguçamento Proporciona Somente um Ajuste Aproximado

O aguçamento, embora às vezes suficiente, é sempre algo incompleto por causa das tolerâncias dos componentes no amplificador de F.I. Por esta razão, é obtido melhor funcionamento do receptor se o aguçamento for seguido por um ajuste conciliatório dos estágios individuais. Estes ajustes podem ser feitos com um gerador de varredura e um osciloscópio.

Como Ajustar um Rejeitor num Amplificador de F.I. para TV

Equipamento: Gerador de sinais e fonte de polarização de C.A.G. (Se for usado um V.O.M., um resistor de 50.000 ohms deve ser inserido em série com o lide "vivo" do medidor.)

Ligações Necessárias: Aplique a saída do gerador de sinais a uma blindagem flutuante sobre a válvula misturadora (uma blindagem flutuante é uma blindagem levantada acima do chassi). Conecte a saída da fonte de polarização à linha de C.A.G. de F.I. Ligue o V.O.M. através do resistor de isolamento de 50 kΩ ao resistor de carga do detector de vídeo. Se for usado um V.E., não é necessário o resistor de isolamento.

Procedimento: Ajuste o gerador tão exatamente quanto possível para a freqüência do rejeitor especificada na literatura de manutenção do receptor. Gire o núcleo do rejeitor e observe a leitura do medidor.

Avaliação dos Resultados: O rejeitor está adequadamente ajustado quando a leitura do medidor é mínima. Na maior parte dos casos você encontrará um nulo, com pequena resposta de cada lado do mínimo. Para bem definir um nulo, aumente a saída do gerador ou reduza o valor da polarização do C.A.G.

Como Verificar a Resposta de Freqüência dos Amplificadores de F.I. num Aparelho de TV

Equipamento: Gerador de sinais e fonte de polarização de C.A.G. (Se for usado um V.O.M., um resistor de 50.000 ohms deve ser inserido em série com o lide "vivo" do medidor.)

Ligações Necessárias: Aplique a saída do gerador de sinais a uma blindagem flutuante sobre a válvula misturadora (uma blindagem flutuante é uma blindagem levantada acima do chassi). Ligue a saída da fonte de polarização à linha de C.A.G. de F.I. Ligue o V.O.M. através do resistor de isolamento de 50 kΩ ao resistor de carga do detector de vídeo. Se um V.E. for usado, não é necessário usar o resistor de isolamento.

Procedimento: Sintonize o gerador de sinais ao longo da faixa de passagem de F.I., e trace o gráfico das leituras de tensão no papel.

Avaliação dos Resultados: Compare a curva traçada com a curva especificada na literatura de manutenção do receptor. Note que o gerador de sinais deve ter razoável uniformidade de saída. (Veja Uso 10.)

NOTA 67

Testes de Calibração com Varredura e com Onda Quadrada são Necessários para Desempenho Ótimo

Obtém-se resposta ótima de um receptor de TV se a calibração por gerador de varredura for seguida por um teste de transientes. Este teste é feito com um gerador de ondas quadradas e um osciloscópio. As curvas de resposta de freqüência ideais nem sempre dão a melhor reprodução da imagem. Isto é devido às tolerâncias dos componentes, que fazem com que a resposta de fase do sistema completo de sinal se afaste do ideal. Para boa reprodução da imagem, a resposta de fase é mais importante do que a resposta de freqüência. Só há um modo prático pelo qual você pode ajustar um receptor para a melhor resposta de fase: fazer um teste geral com ondas quadradas desde os terminais de entrada de antena do receptor até a saída do amplificador de vídeo. Uma resposta de fase defeituosa ocasiona deslocamento dos elementos da imagem, mais as distorções associadas.

Como Verificar a Presença de Regeneração num Amplificador de F.I. para TV

Equipamento: Gerador de sinais e fonte de polarização de C.A.G. (Se um V.O.M. for usado, um resistor de 50.000 ohms deve ser inserido em série com o lide "vivo" do medidor.)

Ligações Necessárias: Aplique a saída do gerador de sinais a uma blindagem flutuante sobre a válvula misturadora (uma blindagem flutuante é uma blindagem levantada acima do chassi). Ligue a saída da fonte de polarização à linha de C.A.G. de F.I. Ligue o V.O.M. através do resistor de isolamento de 50 kΩ ao resistor de carga do detector de vídeo. Se um V.E. for usado, o resistor de isolamento não é necessário.

Procedimento: Sintonize o gerador de sinais para o meio da faixa de resposta do amplificador de F.I. Depois reduza a saída do gerador a um valor muito baixo. Finalmente, reduza a tensão da fonte de polarização e observe como sobe a tensão no medidor.

Avaliação dos Resultados: A tensão deve subir suavemente, sem nenhum salto abrupto para cima ou para baixo. Saltos na leitura do medidor indicam regeneração. Se a leitura subitamente salta para um valor muito alto, tais como 10 ou 15 volts, o estágio de F.I. entrou em oscilação.

Como Verificar um Sistema de F.I. Quanto à Regeneração no Misturador

Equipamento: Gerador de sinais e fonte de polarização de C.A.G. (Se um V.O.M. for usado, um resistor de 50.000 ohms deve ser inserido em série com o lide "vivo" do medidor.)

Ligações Necessárias: Aplique a saída do gerador de sinais a uma blindagem flutuante sobre a válvula misturadora (uma blindagem flutuante é uma blindagem levantada acima do chassi). Ligue a saída da fonte de polarização à linha de C.A.G. de F.I. Ligue o V.O.M. através do resistor de isolamento de 50 kΩ ao resistor de carga do detector

de vídeo. Se um V.E. for usado, não é necessário usar o resistor de isolamento.

Procedimento: Ajuste o gerador de sinais para uma resposta de 1 volt C.C. no centro da faixa de freqüências do amplificador de F.I. Depois gire o seletor de canais do receptor ao longo dos canais baixos e altos ao mesmo tempo que observa a leitura do medidor.

Avaliação dos Resultados: Quando não há regeneração, a leitura do medidor não muda durante este teste de comutação. Por outro lado, se a leitura do medidor varia muito, o misturador está suspeito de regeneração.

U98

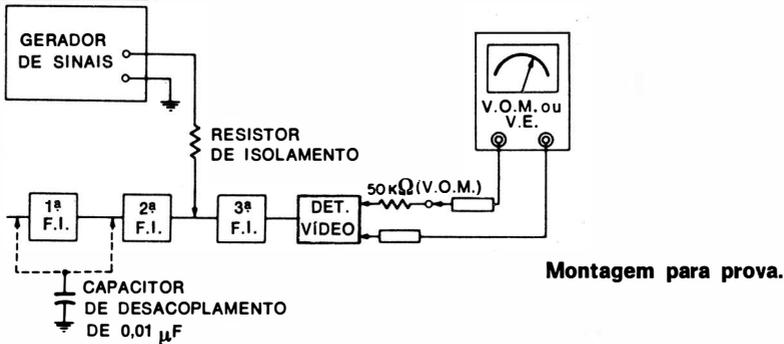
Como Investigar o Sinal num Amplificador de F.I. para Localizar Elos de Realimentação Positiva

Equipamento: Gerador de sinais, capacitor de passagem de 0,01 μF, resistor de isolamento de 50 kΩ (se for usado um V.O.M.; caso contrário, use a ponta de prova C.C. do V.E. sem o resistor de isolamento), e resistor de injeção (valor determinado experimentalmente).

Ligações Necessárias: Ligue o V.O.M. através do resistor de isolamento ao resistor de carga do detector de vídeo (ou ligue a ponta de prova C.C. do V.E. aos terminais do resistor de carga). Aplique a saída do gerador de sinais à grade da última válvula de F.I. através de um resistor que deve ser tão alto quanto possível, embora permitindo razoável deflexão no medidor.

Procedimento: Sintonize o gerador de sinais para a região do centro da faixa de passagem de F.I. Observe a leitura do medidor. Em seguida derive para o chassi, por meio do capacitor de passagem, a grade de cada válvula precedente, uma de cada vez. Note qualquer mudança na leitura do medidor.

Avaliação dos Resultados: Qualquer mudança na leitura do medidor mostra que o capacitor de passagem está sendo aplicado dentro de um elo de realimentação. A ausência de mudança no medidor mostra que você saiu fora do elo de realimentação. Este teste não mostra onde o elo de realimentação termina. Entretanto, ele mostra onde o elo de regeneração começa.

Montagem para prova.

Como Aguçar um Amplificador Passa-Faixa

Equipamento: Gerador de sinais e ponta de prova retificadora de alta freqüência (investigadora de sinais).

Ligações Necessárias: Aplique o sinal do gerador à grade da válvula amplificadora passa-faixa. Ligue a ponta de prova ao V.O.M. ou V.E. Aplique a ponta de prova a um ponto de baixa impedância no circuito de saída do amplificador.

Procedimento: Ajuste o gerador de sinais para as freqüências de pico especificadas nas folhas de manutenção do receptor. Ajuste o núcleo das bobinas associadas ao amplificador passa-faixa para a máxima indicação C.C. no medidor. Repita para cada circuito sintonizado na rede do amplificador.

Avaliação dos Resultados: O aguçamento muitas vezes é satisfatório mas, para o melhor funcionamento do receptor, uma verificação final com calibração por varredura é recomendada.

Montagem para prova.

Como Medir o Ganho de um Amplificador Passa-Faixa

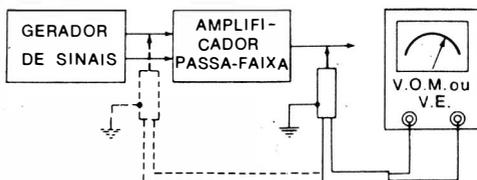
Equipamento: Gerador de sinais e ponta de prova retificadora de alta freqüência (investigadora de sinais).

Ligações Necessárias: Aplique o sinal do gerador de sinais à grade da válvula amplificadora de passagem de faixa. Ligue a ponta de prova ao V.O.M. ou V.E. Aplique a ponta de prova a um ponto de baixa impedância no circuito de saída do amplificador. Depois, aplique a ponta de prova aos terminais de saída do gerador.

Procedimento: Com o medidor ligado na saída do amplificador passa-faixa, sintonize o gerador de sinais para máxima indicação no medidor. Depois aplique a ponta de prova à saída do gerador de sinais. Observe a queda na leitura do medidor.

Avaliação dos Resultados: A relação entre as duas leituras do medidor é o ganho do amplificador passa-faixa.

Montagem para prova.

U101

Como Verificar o Ganho do Canal Cromático

Equipamento: Gerador de sinais e ponta de prova retificadora de alta freqüência. (Investigadora de sinais).

Ligações Necessárias: Ligue a ponta de prova investigadora de sinais ao V.O.M. ou V.E. Aplique a saída do gerador à grade da válvula do amplificador de passagem de faixa. Ligue a ponta de prova sucessivamente a um ponto de baixa impedância no circuito Y-Vm, no circuito Y-Az, e no circuito Y-Vd (os terminais de grade do cinescópio são adequados).

Procedimento: Ajuste o gerador de sinais para 3,56 MHz (isto assegura perda do sincronismo de cor, o que é necessário neste teste). Uma imagem de arco-íris será observada na

tela do cinescópio. Observe as leituras do medidor enquanto a ponta de prova é aplicada sucessivamente às saídas do canal cromático.

Avaliação dos Resultados: Verifique as leituras relativas do medidor contra os ganhos especificados dos canais cromáticos nos dados de manutenção do receptor.

APÊNDICE

POTÊNCIA E ENERGIA

Potência elétrica é o ritmo no qual está sendo produzido trabalho. A tensão é uma força elétrica que faz com que os eléctrons (corrente) fluam num circuito fechado. Entretanto, quando existe tensão entre dois pontos mas os eléctrons não podem fluir, nenhum trabalho é produzido. Quando a tensão faz com que os eléctrons se movam, trabalho é produzido. Trabalho elétrico é igual a energia elétrica. Medimos a potência em watts; um watt é igual a um joule por segundo.

Volts x Ampères = Watts ou joules por segundo

Medimos o trabalho elétrico ou energia em watts-segundo ou watts-hora.

Volts x Ampères x Segundos = Watts-segundo
Volts x Ampères x Horas = Watts-hora

A TENSÃO É MAIS QUE UMA PRESSÃO ELÉTRICA

Freqüentemente se diz que a tensão é uma pressão elétrica que produz uma corrente elétrica. Embora isto seja basicamente verdadeiro de um modo geral, este conceito não é bastante amplo. Observe o simples circuito capacitivo da Fig. A-1. Uma fonte de 1 volt ligada a um capacitor de 1 farad ocasiona um fluxo de 6,25x10^{18} eléctrons, ou 1 coulomb de eletricidade. Temos então uma separação de cargas no capacitor, com a placa do lado direito negativa em relação à placa do lado esquerdo. Isto requer a produção de trabalho. Em particular, para produzir uma separação de carga de 1 coulomb (6,25x10^{18} eléctrons) com uma diferença de potencial de 1 volt requer-se 1 joule de trabalho. Em outras palavras, a corrente é sempre acompanhada de trabalho, porque não podemos obter alguma coisa de nada num circuito elétrico.

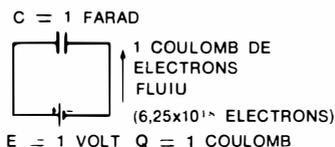



FIG. A-1 — Um volt causa um fluxo de 6,25x10^{18} eléctrons num circuito de 1 farad.

Uma carga elétrica consiste em eléctrons. Uma corrente elétrica consiste em eléctrons em movimento. Por exemplo, na Fig. A-2 temos uma corrente de placa de 10 miliampères. Isto significa simplesmente que $6{,}25 \times 10^{18}$ eléctrons deixam o catodo e penetram na placa em cada segundo. Naturalmente, os eléctrons não circularão a menos que sejam atraídos ou repelidos. É preciso aplicar energia a um circuito para produzir um fluxo (eléctrons) de corrente. A quantidade de energia que é necessária para mover uma unidade de carga é chamada *tensão*. Vejamos por que a tensão é energia por unidade de carga (e não simplesmente pressão elétrica). Se movemos uma carga (tal como $6{,}25 \times 10^{18}$ eléctrons) de uma placa de um capacitor para a outra placa, foi produzido trabalho. O trabalho é numericamente igual à energia.

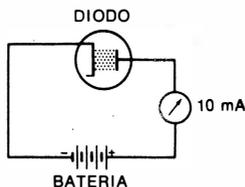



FIG. A-2 — A corrente consiste em eléctrons em movimento.

Trabalho, naturalmente, é igual a fôrça vezes distância. Se você move um quilo verticalmente por uma distância de um metro, você terá produzido um trabalho de 1 quilogrâmetro. Se um cavalo move 76 quilogramas verticalmente, numa distância de um metro, ele produziu um trabalho de um cavalo-hora. O cavalo-vapor (HP) é o ritmo de produção de trabalho (consumindo energia); um cavalo-vapor é igual a 746 watts. Com esses fatos fundamentais em mente, perguntaremos: "O que é um volt?"

A tensão entre dois pontos é a razão do trabalho para a carga elétrica. Em outras palavras, a tensão é uma diferença de potencial, que exprimimos como $V_1 - V_2$, e dizemos que:

$$V_1 - V_2 = \frac{W}{Q},$$

onde

$V_1 - V_2$ é a tensão entre dois pontos,
W é o trabalho que foi feito,
Q é a carga elétrica que foi movida entre os pontos.

O volt é a diferença de potencial estabelecida entre dois pontos quando uma unidade de trabalho foi produzida movendo-se uma unidade de carga elétrica de um ponto para o outro. Para sumarizar, embora o volt seja basicamente uma medida de trabalho produzido (energia consumida) por uni-

dade de carga movida, tomamos usualmente o ponto-de-vista superficial de que a tensão é meramente uma pressão elétrica. Mas quando esquecemos o que realmente é um volt, não podemos compreender a constante de tempo de um circuito RC ou RL.

CORRENTE ELÉTRICA

A corrente elétrica é um movimento de carga elétrica. Se uma tensão C.C. transfere 1 coulomb de carga elétrica para um ponto durante 1 segundo, o volume da corrente é 1 ampère. Um coulomb, naturalmente, compreende $6{,}25x10^{18}$ eléctrons. A corrente é então expressa em coulombs por segundo. Quando há corrente num circuito, ela encontra uma oposição a que chamamos resistência. O que é resistência? Um pouco de reflexão nos conduz a concluir que a resistência é definida em termos de tensão e corrente. Em outras palavras, a resistência é uma relação tensão/corrente, ou $R = E/I$. Se a tensão aplicada é igual a 1 volt, e a corrente é igual a 1 ampère, a resistência do circuito é igual a 1 ohm.

Não há outra maneira de definir ou medir resistência, a não ser como uma relação E/I. Considere o circuito na Fig. A-2. Dizemos que o diodo tem um certo valor de resistência de placa. Como mediremos esta resistência de placa? A única maneira pela qual podemos fazer isto é medir a tensão que é aplicada ao diodo, e a corrente através dele. Então, a resistência de placa do diodo é igual a E/I. Um ohmímetro mede resistência resolvendo automaticamente a fórmula da lei de Ohm, $R = E/I$. Em outras palavras, um ohmímetro aplica uma tensão conhecida ao componente sob prova, e indica a corrente. Por sua vez, a escala do ohmímetro é calibrada em unidades E/I, ou ohms.

RESISTÊNCIA, CAPACITÂNCIA, INDUTÂNCIA E TEMPO

Sabemos que trabalho é igual a força multiplicada pela distância. Também sabemos que trabalho é numericamente igual a energia, e portanto que energia é igual a fôrça multiplicada pela distância. Potência é igual a tensão multiplicada pela corrente, ou Watts = EI. Em outras palavras, potência é a razão do consumo de energia, ou potência é igual a energia por unidade de tempo:

$$P = \frac{W}{T},$$

onde

P é potência,
W é trabalho,
T é tempo.

Assim, as dimensões básicas das quantidades elétricas são expressas em termos de força, distância, tempo e carga. Este entendimento tornará óbvio porque resistência multiplicada por capacitância é igual a tempo. Vamos examinar este princípio básico ponto por ponto.

A corrente elétrica tem as dimensões de carga dividida por tempo, ou $I = Q/T$. Em outras palavras, a corrente é medida em termos de coulombs fluindo em um ponto em uma unidade de tempo. Lembre-se que tensão é uma unidade de trabalho por unidade de carga. Um volt é o trabalho que foi realizado (ou energia que foi consumida) para mover uma unidade de carga elétrica (Q) por uma unidade de distância (l). Portanto, a tensão tem as dimensões de Fl/Q. Agora, a resistência é medida de acordo com a lei de Ohm, $R = E/I$. Conseqüentemente, resistência tem as dimensões de FlT/Q^2. Quando escrevemos $R = FlT/Q^2$, estamos escrevendo uma fórmula dimensional.

Sabemos que $Q = CE$, ou a carga elétrica é igual a capacitância multiplicada pela tensão, ou $C = Q/E$. Em termos de dimensões:

$$C = \frac{Q^2}{lF},$$

onde

C é capacitância,
Q é carga,
l é distância,
F é força.

Lembre-se que a constante de tempo em um circuito RC é dada em segundos, onde $T = RC$, com T em segundos, R em ohms, e C em farads. Da discussão precedente sobre dimensões, vemos que $RC = FlT/Q^2 \times Q^2/lF = T$. Em outras palavras, Fl no numerador cancela Fl no denominador; Q^2 no numerador cancela Q^2 no denominador. Ficamos agora com $RC = T$, *onde R é a resistência em ohms, C é a capacitância em farads, e T é o tempo em segundos.* AGORA SABEMOS PORQUE A RESISTÊNCIA MULTIPLICADA PELA CAPACITÂNCIA DÁ O TEMPO EM SEGUNDOS.

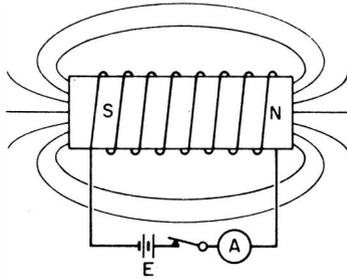



FIG. A-3 — As linhas de fluxo contraindo-se ou expandindo-se produzem auto-indução.

Continuemos com a análise da constante de tempo de um circuito indutivo. Observe as relações na Fig. A-3. Quando o interruptor é fechado, há corrente através do enrolamento da bobina; em troca, um campo magnético é produzido. As linhas de fluxo magnético se expandem para fora e cortam as espiras da bobina. Isto induz uma tensão que se opõe à tensão da bateria. A tensão induzida é proporcional ao número de espiras multiplicado pela razão de variação do fluxo magnético. O número de espiras, tal como 10, ou 100, não tem dimensões físicas; números puros não têm dimensões físicas. Em conseqüência, o fluxo magnético tem a dimensão $\theta = FlT/Q^2$.

O fluxo magnético impõe uma oposição à corrente; a resistência também impõe uma oposição à corrente. Assim sendo, não surpreende que resistência e fluxo magnético tenham as mesmas dimensões físicas. Agora, a constante de tempo de um circuito série RL é igual a L/R. Perguntemos o que poderão ser as dimensões físicas da indutância. A indutância é expressa pela fórmula $E = LI/T$. Note que L representa indutância em henries. A fórmula para indutância estipula que a tensão nos terminais de uma bobina é igual à sua indutância em henries, multiplicada pela razão de variação da corrente através da bobina (I/T). Se a corrente muda à razão de 1 ampère por segundo através de uma bobina de 1 henry, a tensão terminal da bobina será 1 volt.

Agora, observemos as dimensões físicas da indutância. Se $E = LI/T$, então $L = TE/I$. Uma vez que T é tempo, E é Fl/Q, e I é Q/T, escrevemos:

$$L = TFlT/Q^2, \text{ ou } L = FlT^2/Q^2.$$

Obtivemos assim as dimensões físicas da indutância. A constante de tempo de um circuito LR é igual a L/R. Vejamos quais podem ser as dimensões físicas de L/R: $L/R = (FlT^2/Q^2)/(FlT/Q^2)$. F, L, e Q^2 cancelam-se, e ficamos com $L/R = T$. Portanto, a dimensão física de L/R é tempo, exatamente como a dimensão física de RC é tempo.

ÍNDICE ALFABÉTICO

O

P

R

S

T

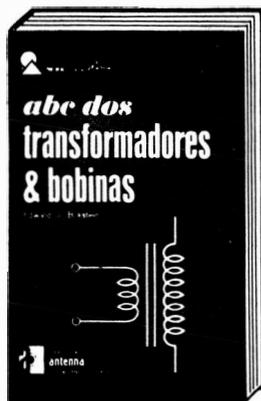
U

V

biblioteca «ABC»

Edições Brasileiras da mundialmente conhecida Coleção "Photofact". Livros básicos em linguagem acessível, para todas as idades e todas as ocasiões, servindo ao estudante para aprendizagem fundamental e ao profissional para esclarecer dúvidas. Obras de preço módico e excelente apresentação. Adotadas como livro preparatório em numerosas escolas do Brasil e de Portugal.

Ref. 790 — **ABC da Eletricidade** — Princípios básicos da Eletricidade — baterias, geradores, alternadores, eletromagnetismo, circuitos elétricos.

Ref. 300 — **ABC da Eletrônica** — Livro para iniciação à moderna Eletrônica: princípios, componentes, circuitos fundamentais e seu funcionamento.

Ref. 750 — **ABC dos Transformadores e Bobinas** — Princípios da indutância. Transformadores e bobinas, suas aplicações e métodos de medir componentes indutivos.

Ref. 650 — **ABC dos Transistores** — Acessível cartilha dos semicondutores: o que são, como funcionam, circuitos típicos e métodos de serviço em transistores.

de eletrônica e telecomunicações

Ref. 200 — **ABC das Antenas** — Propagação das ondas de rádio e princípios das antenas. Tipos práticos para recepção de rádio e TV e para transmissão.

Ref. 190 — **ABC do Rádio Moderno** — Explicação clara de como o rádio funciona, desde a estação transmissora de AM ou FM até o receptor e seus circuitos.

Ref. 810 — **ABC dos Computadores** — O que são, como funcionam e o que podem fazer os computadores digitais e analógicos. Circuitos, operações, programação.

MODERNAS TÉCNICAS DE TELEVISÃO

Uma coleção indispensável aos Mestres, Alunos e Profissionais de TV que desejam manter-se rigorosamente em dia com a Videotécnica. Especialmente escrita pelo abalizado professor brasileiro Eng. Alcyone Fernandes de Almeida Jr.

Ref. 675

— Modernos sintonizadores de TV, componentes, características e pesquisa de defeitos. Seletores transistorizados. Esquemas de seletores comerciais mais difundidos no Brasil

Ref. 630

— Amplificadores de F.I. de imagem, suas características e configurações a válvula e a transistor. Detectores de vídeo. Calibração e reparação.

amplificadores de F.I. e detectores de vídeo

MODERNAS TÉCNICAS DE TELEVISÃO

Ref. 615

— Detalhes de funcionamento dos circuitos usados nos modernos televisores a válvula e a transistor.

Ref. 640

Análise dos circuitos utilizados nestas duas funções nos televisores a válvula e a semicondutores.

Ref. 745

— Descrição dos circuitos adicionais (Sistema PAL-M) e seu funcionamento. Ajustes do cinescópio policromático.

Ref. 660

— Análise detalhada do funcionamento dos circuitos de varredura e configurações a válvula e a transistor. Circuitos de fontes de alimentação mais utilizados em TV. Polarização de cinescópios.

distribuições exclusivas das Lojas do Livro Eletrônico

Ref. 1110 — **Elementos de Teoria para Eletro-Eletrônica** — Abramczuk e Chautard — Fundamentos de eletricidade básica, seus parâmetros e circuitos, para uso dos estudantes de Eletro-Eletrônica em níveis médio e superior.

Ref. 372 — **Curso Simplificado para Mecânicos de Refrigeração Doméstica** — Tullio & Tullio — Princípios de funcionamento, compressores, motores, refrigerantes, instalação, manutenção, diagnósticos e reparação de defeitos em refrigeradores domésticos.

Ref. 805 — **Bobinadora de Passo Automático para Transformadores** — Tecídio Jr. — Plantas em tamanho natural e dados para construção de máquina de enrolar; instruções práticas, fórmulas e tabelas para confecção de transformadores de alimentação.

Ref. 780 — **Componentes Eletrônicos: É Fácil Compreendê-los** — Waters — Monografia sobre as principais peças eletrônicas, princípios, funções e utilização.

Ref. 172 — **Curso Prático de Televisão** — G.E. — Princípios fundamentais da televisão e análise funcional dos circuitos dos televisores.

Ref. 265 — **TV a Cores, Teoria Simplificada e Técnicas de Serviço** — Ferreira, Blumer, Weiser & Cereira, raso — Princípios e análise funcional dos televisores policromáticos; ajustes, calibração, instalação e consertos. 3ª ed.

Ref. 114 — **Motores Elétricos** — Torreira — Princípios, funcionamento, tipos, manutenção, defeitos.

Ref. 560 — **Tudo Sobre Antenas de TV** — Gill & Valente — Como escolher, construir, instalar e orientar antenas de TV de todos os tipos. Instalações especiais para grandes distâncias, antenas coletivas para edifícios e demais dados práticos para videotécnicos e antenistas. 3ª ed.

Ref. 940 — **Novos Circuitos Práticos de Áudio, Hi-Fi, Estéreo** — G. A. Penna Jr. — Coletânea de circuitos para montagem de equipamentos sonoros, com esquemas, fotos, listas de materiais e instruções detalhadas.

Ref. 670 — **Como Projetar Áudio Amplificadores** — Waters — Análise dos estágios que constituem os amplificadores de áudio e orientação prática para o projeto de equipamentos monofônicos e estereofônicos.

Ref. 415 — **Divirta-se com a Eletricidade** — Kennedy Jr. — Experiências práticas que servem como passatempo e aprendizagem para pessoas de todas as idades.

LOJAS DO LIVRO ELETRÔNICO

RIO DE JANEIRO | SÃO PAULO
Av. Mal. Floriano, 148 | Rua Vitória, 379/383

Reembôlso: Caixa Postal 1131 — 20000 — Rio de Janeiro - RJ

101 USOS PARA O SEU MULTÍMETRO

ROBERT G. MIDDLETON

Os reparadores de Rádio e TV e os técnicos de Eletrônica em geral precisam, pela própria essência de seu trabalho, estar familiarizados com uma grande variedade de instrumentos de prova e medida. Contudo, até mesmo os profissionais experientes tendem a estabelecer uma rotina de serviço, dentro da qual cada instrumento fica restrito a uma limitada quantidade de tarefas.

A série de manuais **101 Usos para o Seu Equipamento de Provas** foi escrita para estimular os técnicos e reparadores a explorarem todas as possibilidades de seu instrumental de testes e medidas. Cada livro trata de um instrumento (ou de um grupo de aparelhos relacionados entre si) e mostra suas múltiplas utilizações — desde as convencionais, até as menos conhecidas. A disposição, método e os resultados de cada prova são pormenorizadamente descritos e ilustrados.

101 Usos para o Seu Multímetro descreve os muitos modos de utilização dos volt-ohm-miliamperímetros convencionais e eletrônicos. Além de explicar e ilustrar os numerosos empregos destes instrumentos, o livro também fornece informações sobre a maneira de aferir a precisão do próprio equipamento de provas. As aplicações descritas vão desde as medidas simples de tensão e resistência, até os empregos na calibração de rádios e televisores.

A série **101 Usos para o Seu Equipamento de Prova** é indispensável na biblioteca de consulta dos técnicos, reparadores e experimentadores, sendo de igual utilidade nos cursos de Eletro-Eletrônica, onde constituirá excelente roteiro para exercícios práticos dos alunos.